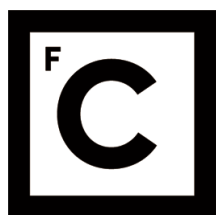


Universidade de Lisboa
Faculdade de Ciências
Departamento de Geologia



Ciências
ULisboa

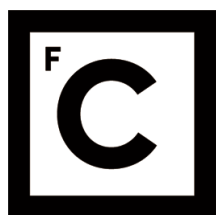
**Recursos hídricos superficiais vs
subterrâneos na Várzea da Nazaré
Implicações na qualidade da água**

Carla Maria de Paiva Chaves Lopes Caroça

Doutoramento em Geologia
(especialidade em Hidrogeologia)

(2016)

Universidade de Lisboa
Faculdade de Ciências
Departamento de Geologia



Ciências
ULisboa

Recursos hídricos superficiais vs subterrâneos na Várzea da Nazaré Implicações na qualidade da água

Carla Maria de Paiva Chaves Lopes Caroça

Tese orientada pelo Prof. Doutor João Manuel Lopes Cardoso Cabral,
especialmente elaborada para a obtenção do grau de
doutor em Geologia (especialidade em Hidrogeologia)

(2016)

RECURSOS HÍDRICOS
SUPERFICIAIS VS SUBTERRÂNEOS
NA VÁRZEA DA NAZARÉ
IMPLICAÇÕES NA QUALIDADE DA ÁGUA



Autora:

Carla Maria de Paiva Chaves Lopes Caroça

Revisão literária de:

Lídia Freitas

(A autora escreve de acordo com a antiga ortografia)

2016

Copyright © Autorizo a Faculdade de Ciências e a Universidade de Lisboa a divulgar, **sem alterar o conteúdo**, através de repositórios científicos e converterem a dissertação entregue, para qualquer formato de ficheiro, meio ou suporte, nomeadamente através da sua digitalização, para efeitos de preservação e acesso com objectivos educacionais e/ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor, pelo prazo de cinco anos a contar da data de publicação.

*A vida nunca deu nada aos mortais sem grandes
fadigas.*

Horácio

Agradecimentos

A autora agradece à(ao):

- Fundação Ciência & Tecnologia (FCT) pelo apoio dado através da concessão de Bolsa de Doutoramento (SFRH/BD/70957/2010);
- Sr Professor Doutor João Cabral (FCUL) pelo apoio e acompanhamento na concretização desta dissertação;
- Sr. Professor Doutor Fernando Costa (Instituto de Investigação Tropical de Portugal) pela revisão do texto;
- Sr. Professor Doutor João Miranda (coordenador do Curso Direito da Água e Direito dos Resíduos) pela oportunidade de realizar os trabalhos fim de curso como capítulos para a tese;
- Câmara Municipal de Alcobaça pelas informações prestadas, em especial à Sr.^a Eng.^a Ana Cristina Ferreira (Técnica Superior da Divisão de Ambiente e Espaços Verdes), ao Sr. Marco Rodrigues (Fiscal do Ambiente), à Sr.^a Eng.^a Ana Carolino (Técnica Superior da Divisão de Ambiente e Espaços Verdes), à Sr.^a Dr.^a Marta Santos (Técnica Superior dos Serviços Municipalizados), à Sr.^a Dr.^a Ana Cláudia Vasconcelos (Chefe da Unidade do Departamento de Ordenamento e Gestão Urbanística), à Sr.^a Dr.^a Solange Cabeças (Técnica Superior/Geóloga do Departamento de Ordenamento e Gestão Urbanística) e ao Sr. Arquitecto Fernando Matias;
- Câmara Municipal de Nazaré pelas informações prestadas, nomeadamente ao Sr. Eng.^o Ricardo Mendes (Técnico Superior da Divisão de Urbanismo e Ambiente. Serviços Urbanos e Ambiente) e ao Sr. Eng.^o Tiago Pimpão (Técnico Superior dos Serviços Municipalizados);
- Junta de Freguesia de Valado dos Frades pelas informações prestadas, em especial do Sr. José Manuel Marques dos Santos (Presidente, 2011-2013);
- Agência Portuguesa do Ambiente (APA), pela brevidade na obtenção de dados actualizados, em particular ao Sr. Dr. Nuno Lacasta (Presidente da APA), ao Sr. Professor Doutor Carlos Cupeto (director do Departamento de Recursos Hídricos Interiores, da APA, 2011-2013), ao Sr. Eng.^o Carlos Castro (Chefe de DOLMT, da ARHTO), e aos técnicos: Sr.^a Eng.^a Maria Manuela Almeida, Sr.^a Dr.^a Alexandra Alves e Sr. João Edgar; e pelas informações e empréstimos de livros, à Sr.^a Eng.^a Ana Teresa Cardoso (funcionária do Departamento de Fluxos Especiais e Mercados de Resíduos, 2012/13);
- Águas do Oeste, S.A. pelas informações, sugestões e visita à ETAR de Nazaré, em especial ao Sr. Dr. Carlos Martins (Presidente do Conselho de Administração da Águas do Oeste, S.A), à Sr.^a Eng.^a Cristálida Duarte (Departamento de Águas Residuais), à Sr.^a Eng.^a Sara Duarte (Área de Comunicação e Educação Ambiental), à Sr.^a Eng.^a Eunice Cortês (Directora da Operação da Empresa Águas do Oeste) e à Sr.^a Eng.^a Cláudia Tomaz (Departamento de Águas Residuais);
- Associação dos Agricultores de Alcobaça pelas informações e sugestões prestadas nomeadamente o Sr. Eng.^o Pedro Gonçalves, a Sr.^a Dr.^a Cláudia Neto e a Sr.^a Eng.^a Raquel Santos;
- Associação 5 Rios pelas informações e sugestões prestadas, particularmente ao Sr. Eng.^o Frederico Teixeira e à Sr.^a Eng.^a Sandra Pereira;

- Aproveitamento Hidroagrícola de Cela pelas informações, sugestões e visita ao aproveitamento gentilmente facultadas pelo Sr. Carlos Malhó (Presidente da Associação dos Beneficiários de Cela);
- Cooperfrutas – Cooperativa de Produtos de Fruta e Produtos Hortícolas de Alcobaça, C.R.L. pelas informações prestadas, em especial, a Sr.^a Eng.^a Sandra Patrocínio;
- Frubaça – Cooperativa de Produtores de Fruta e Produtos Hortícolas, C.R.L. pelas informações prestadas, em especial, o Sr. Eng.^o Nuno Franco e a Sr.^a Eng.^a Anabela Maurício;
- Narc Frutas – Cooperativa de Fruticultores e Horticultores da Região de Alcobaça, C.R.L. pelas informações prestadas, em especial, o Sr.^o Eng.^o Nelson Pereira;
- COTHN – Operativo e Tecnológico Hortofrutícola Nacional pelas informações prestadas, em especial, a Sr.^a Eng.^a Ana Paula Nunes;
- Hotel & SPA Alcobaça, antigo Hotel Termas da Piedade, pelas informações prestadas, em especial o Sr. Dr. Ricardo Santos (Director);
- Vista Alegre Atlantis Portugal pelas informações prestadas, em especial o Sr. Eng.^o Alexandre Pinto;
- AmbiTrevo – Soluções Agrícolas e Ambientais, Lda. pelas informações, sugestões e visita à empresa, gentilmente facultadas pelo Sr. Eng.^o Luís Rosa;
- Terra Fértil – Gestão e Valorização de Resíduos, Lda. pelas informações e disponibilidade demonstrada, em especial o Sr. Eng.^o António Borlinha Pereira e a Sr.^a Eng.^a Mara Branco;
- Componatura, Lda., pelas informações e visita à Compostagem, em especial o Sr. Eng.^o Pedro Borga e o Sr. Luís Trincão;
- Capitania da Nazaré pelo envio do calendário de marés anual da zona;
- Captágua – captações de água, Lda. pelas informações prestadas, em especial a Sr.^a Eng.^a Joana Duarte;
- Sondalis – captações de água, Lda. pelas informações prestadas, em especial a Sr.^a Eng.^a Ana Rita Ferreira;
- Biblioteca da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, da Caparica, pelas sugestões e empréstimo de livros, em particular à Sr.^a Dr.^a Maria do Rosário Duarte (Divisão de Documentação e Biblioteca);
- Biblioteca do Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, pelas sugestões e empréstimo de livros, em particular a Sr.^a Dr.^a Susana Carona (2011/12), Sr.^a Dr.^a Teresa Montes (2013/14) e Sr.^a Dr.^a Marisa Santos (2012/13 e 2014/15);
- Professores e colegas da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa pelas sugestões e informações prestadas, nomeadamente, Sr. Professor Doutor João Cabral, Sr. Professor Doutor Rui Taborda, Sr. Professor Doutor António Brum da Silveira, Sr.^a Professora Doutora Maria da Conceição Freitas, Sr.^a Professora Dr.^a Paula Fernandes, Sr. Professor Doutor Mário Cachão, Sr.^a Dr.^a Ana Bastos, Sr. Doutor Alain Francés, Sr.^a Dr.^a Ana Isabel Ferreira, Sr.^a Dr.^a Ana Maria Silva, Sr.^a Dr.^a Ivana Bosnik, Sr.^a Dr.^a Tanya Silveira, Sr.^a Dr.^a Ana Mafalda Carapuço, Sr.^a Dr.^a Sofia Clara, Sr.^a Dr.^a Vili Grigorova, Sr.^a Doutora Vera Lopes, Sr.^o Dr. Carlos Nogueira, Sr.^a Mariana Antunes e Sr.^a Ana Filipa;

- Técnicos dos laboratórios: Sr. Dr. Rodrigo Maia (isótopos do centro de biologia ambiental), Sr. Eng.º Luís Pedro Carita (análise de fluidos do departamento de geologia, 2011/12), Sr.ª Dr.ª Joana Rodrigues (análise de fluidos do departamento de geologia, 2012/13) e Sr.ª Eng.ª Rosa Maricato (Laboratório Química Agrícola Rebelo da Silva);
- Instituto Superior Técnico pelo esclarecimento de dúvidas e acesso a bibliografia, em especial, o Sr. Professor Doutor Rui Teives, o Sr. Professor Doutor António Maurício e a Sr.ª Dr.ª Susel Caetano;
- Sr. Professor Doutor Francisco Costa da Universidade do Minho, e Sr. Professor Doutor Júlio Silva pela troca de impressões e sugestões para a elaboração do estudo;
- Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) pelo apoio e esclarecimento de dúvidas, em especial, o Sr. Engenheiro Almeida Fernandes (Director do Departamento de Estruturas do LNEC), o Sr. Professor Doutor Manuel Oliveira (Hidrogeólogo) e Sr.ª Dr.ª Maria José Henriques, (Técnica Superior do Núcleo de Águas Subterrâneas);
- Todos os agricultores que permitiram o acesso às suas captações, forneceram informações e colaboraram nas tarefas de campo;
- Todos os que pretendem ficar incógnitos;
- Pais, irmã, sobrinhos e cunhado por todo o apoio, compreensão, paciência e ajuda.

Resumo

A água é um recurso natural imprescindível à vida, ao desenvolvimento económico e ao bem-estar social. É um património público que deve ser protegido, defendido e tratado como tal, e não considerado como produto comercial. (Ponto (1), Directiva n.º 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de Outubro de 2000 que estabelece um quadro de acção comunitária no domínio da política da água)

Portugal tem o compromisso com a União Europeia em garantir o acesso à água potável segura, ao saneamento e promover a gestão integrada dos recursos hídricos. Para o efeito necessita de conhecer os seus recursos hídricos.

A Várzea da Nazaré localiza-se no litoral centro de Portugal continental, no extremo norte do troço compreendido entre a Nazaré e o Cabo Carvoeiro. Pertence ao distrito de Leiria e aos concelhos de Nazaré e de Alcobaça, inserida na zona de grande prestígio de produção agrícola, nomeadamente de fruticultura (maçãs e pêras). Corresponde à área ocupada pela antiga laguna da Pederneira que assoreou a partir do século XVIII. Actualmente é uma zona baixa (altitudes inferiores a 13 m), plana com ligeiro declive para oeste. É delimitada a norte por vertentes suaves com limite pouco nítido e a sul e a leste por vertentes de declive acentuado. Apresenta-se preenchida por sedimentos aluvionares do Quaternário e rodeada por sedimentos arenosos modernos e Plio-Plistocénicos a norte, vários complexos detríticos do Cretácico a leste e formações de alternância de calcários margosos e margas do Jurássico a sul.

Geologicamente, a Várzea da Nazaré insere-se na bacia Lusitaniana, na extremidade NNE do Diapiro das Caldas da Rainha.

Hidrogeologicamente, a Várzea da Nazaré, de acordo com o DL n.º 117/2015 de 23 de Junho (alteração do DL n.º 347/2007 de 19 de Outubro), passou a localizar-se na Região Hidrográfica (RH) com o código RH5, designada por Tejo e Ribeiras do Oeste, na Bacia do Rio Alcobaça, incluída na Bacia Hidrográfica «das ribeiras da costa localizadas entre o limite sul da bacia hidrográfica do rio Lis e o Cabo Raso e os respectivos espaços localizados entre estas bacias» e distribuídas por quatro massas de água «subterrâneas localizadas no interior do limite da bacia hidrográfica atrás identificada»:

- Caldas da Rainha - Nazaré (código de massa de água PTO33);
- Alpedriz (código de massa de água PTO19);
- Orla Ocidental Indiferenciada das Bacias das Ribeiras do Oeste (código de massa de água PTO04RH5);
- Maciço Calcário Estremenho (código de massa de água PTO20_C2).

A Várzea da Nazaré é ocupada pela actividade agrícola e pecuária. É atravessada por várias linhas de água naturais (rio Alcobaça, rio de Areia, rio do Meio, rio de S. Vicente) e artificiais (rio das Tábuas, Vala da Lavadinha, Vala Larga, troços dos rios Alcobaça, Areia e do Meio, vários canais) que contêm vários tipos de contaminantes provenientes das actividades agro-pecuárias, industriais (cerâmica, vidro, metalúrgica, têxtil, curtimentos, ETAR) e domésticas. É também atravessada por rodovias e ferrovias.

O estudo pioneiro nesta área teve como base as análises físico-químicas, análises aos elementos vestigiais e aos isótopos de oxigénio 18 e de hidrogénio 2, numa só fase de colheita no tempo e no espaço, distinguindo diferentes contribuições de água (superficial e subterrânea) e as diferentes contaminações

naturais e antrópicas, de modo a auxiliar a elaboração de programas de correcção e de gestão integrada dos recursos hídricos.

O resultado revelou que os recursos hídricos analisados apresentaram diferentes composições físico-químicas, dependendo do tipo de litologia, do clima quente e seco e da contaminação pelas várias actividades antrópicas. As águas superficiais foram as que revelaram maiores contaminações, embora existissem também alguns furos e poços em zonas de forte actividade antrópica. As águas superficiais estudadas dirigem-se para o interior da várzea e confluem umas nas outras, acabando no rio Alcobaça, que desagua no mar. São principalmente usadas para a rega agrícola. As águas subterrâneas circulam em direcção à várzea, saindo por nascentes localizadas no limite da várzea. São utilizadas para a agro-pecuária, indústrias e uso doméstico.

O estudo realizado ao longo deste trabalho contribuiu com dados, observações, interpretações e críticas numa área mais reduzida da região hidrográfica (RH5) Tejo e Ribeiras do Oeste, na qual ainda não haviam sido realizados estudos hidrogeológicos. No futuro, os dados apresentados auxiliarão a desenvolver outras metodologias para a resolução dos problemas actuais e/ou futuros, nomeadamente no ordenamento regional e planeamento/gestão das massas de água.

Palavras chave: Várzea da Nazaré; hidroquímica; contaminação; superficial; subterrânea.

Abstract

Water is a natural resource essential to life, economic development and social welfare. It is a public asset that must be protected, defended and treated as such and not considered as a commercial product. (Point (1), Directive 2000/60 / EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy)

Portugal is committed to the European Union to ensure access to safe drinking water, sanitation and promote the integrated management of water resources. To this end need to know their water resources.

The “Várzea da Nazaré” (Lowland Nazareth) is located on the coast continental center of Portugal, at the northern end of the section between “Nazaré” and “Cabo Carvoeiro”. It belongs to the district of Leiria and the municipalities of “Nazaré” and “Alcobaça”, inserted in the area of prestigious agricultural production, particularly of fruit (apples and pears). It corresponds to the area occupied by the old “Pederneira” lagoon that silted up from the eighteenth century. It is currently a low zone (altitudes of less than 13 m), flat with slight slope to the west. It is bounded on the north by gentle slopes with unclear boundary and to the south and east by steep strands. It comes filled with alluvial sediments of the Quaternary and surrounded by modern sandy sediments and Plio-Pleistocene in north, several detrital complexes of Cretaceous in east and alternating formations of calcareous marl and marl of Jurassic in south.

Geologically, the “Várzea da Nazaré” is part of the Lusitanian basin in NNE end of diapir of Caldas da Rainha.

Hydrogeologically the “Várzea da Nazaré”, according to the DL n.º 117/2015 of 23 June (amendment of DL n.º 347/2007 of 19 October), came to be located in the Hydrographic Region (HR) with the RH5 code, called “Tejo” and “Ribeiras do Oeste”, in the River “Alcobaça” basin, included in the river basin «of the coast rivers located between the southern boundary of the basin of the river “Lis” and “Cabo Raso” and the spaces located between these basins », and distributed by four bodies of «groundwaters located within the boundary of the hydrographic basin ago identified»:

- Caldas da Rainha - Nazaré (mass code water PTO33);
- Alpedriz (mass code water PTO19);
- Orla Ocidental Indiferenciada das Bacias das Ribeiras do Oeste (mass code water PTO04RH5);
- Maciço Calcário Estremenho (mass code water PTO20_C2).

The “Várzea da Nazaré” is occupied by agricultural and livestock activity. It is crossed by several lines of natural water (“Alcobaça” river, “Areia” river, “Meio” river, “São Vicente” river) and artificial (“Tábuas” river, “Lavadinha” drain, “Larga” drain, branch of a “Alcobaça” river, , branch of a “Areia” river and , branch of a “Meio” river, multiple channels) that contains several types of contaminants from the agro-livestock activities, industrial (ceramic, glass, metallurgy, textile, tanning, treatment plant wastewater) and domestic. It is also crossed by roads and railways.

The pioneering study in this area was based on the physicochemical analyzes, analyzes of trace elements and oxygen isotopes 18 and hydrogen 2 in a single harvest stage in time and space, distinguishing different water contributions (surface and underground) and the different natural and anthropogenic

contamination, in order to assist the development of remedial programs and integrated management of water resources.

The result revealed that the analyzed water showed different physical and chemical compositions depending on the type of lithology, hot and dry weather and contamination by various human activities. Surface waters were those that showed higher contamination, although there were also some holes and wells in strong anthropic activity zones. Surface waters studied are directed into the floodplain, converging each other ending in “Alcobaça” river that flows into the sea. They are mainly used for agricultural irrigation. Groundwater moving towards the lowland out by springs located in the floodplain boundary. They are used for agriculture and livestock, industry and domestic use.

The study carried out throughout this work contributed data, observations, interpretations and criticisms on a smaller area of the river basin district (RH5) “Tejo” and “Ribeiras do Oeste”, which had not yet been carried out hydrogeological studies. In the future, the data presented will help to develop other methods to solve the current and/or future problems, particularly in regional planning and planning/management of water bodies.

Keywords: Várzea da Nazaré; hydrogeology; contamination; surface; underground

Índice

Dedicatória	i
Agradecimentos	ii
Resumo	vii
Abstract	ix
Índice	xi
Índice de figuras	xix
Índice de quadros	xxiv
 Capítulo 1 – Introdução	 1
1.1 – Breve história	3
1.2 – Objectivos específicos	4
1.3 – Objectivo de investigação	6
1.4 – Motivação	6
1.5 – Referências bibliográficas	7
1.6 – Trabalhos publicados	8
1.7 – Apresentação da dissertação	8
Capítulo 2 – Enquadramento	9
2.1 – Enquadramento geográfico	11
2.1.1 – Clima	14
2.2 – Enquadramento geomorfológico	17
2.2.1 – Rede de drenagem	19
2.3 – Enquadramento geológico	21
2.3.1 – Estratigrafia	24
2.3.1.1 – Aluviões do Quaternário	26
2.3.1.2 – Dunas e areias de dunas do Quaternário	28
2.3.1.3 – Areias de praia do Quaternário	28
2.3.1.4 – Plistocénico	28
2.3.1.5 – Plio-Plistocénico	29
2.3.1.6 – Miocénico	30
2.3.1.7 – Paleogénico	30
2.3.1.8 – Cretácico	30
2.3.1.9 – Jurássico	30
2.3.2 – Tectónica	31
2.4 – Enquadramento hidrogeológico	34
Capítulo 3 – Metodologia	39
3.1 – Recolha de informação	41
3.2 – Escolha dos locais para amostragem	42
3.3 – No campo	42

3.4 – No laboratório	44
3.5 – No gabinete	45
pH	45
Colóides ou dispersão coloidal	45
Turbidez	46
Cor	46
Cheiro	46
Sólidos suspensos totais (SST)	46
Eh ou potencial redox	46
Relação entre pH e Eh	47
Temperatura	48
Condutividade eléctrica	48
Alcalinidade	49
Dióxido de carbono (CO ₂)	50
Dureza	51
Ião cálcio (Ca ²⁺)	52
Ião magnésio (Mg ²⁺)	53
Ião sódio (Na ⁺)	54
Ião potássio (K ⁺)	55
Ião hidrogenocarbonato (HCO ₃ ⁻)	55
Ião cloreto (Cl ⁻)	56
Ião sulfato (SO ₄ ²⁻)	56
Ião nitrato (NO ₃ ⁻)	57
Ião nitrito (NO ₂ ⁻)	58
Ião fosfato (PO ₄ ³⁻)	59
Ião brometo (Br ⁻)	60
Ião fluoreto (F ⁻)	60
Erro de balanço de massas (ERB)	61
Sólidos dissolvidos totais (TDS)	62
Salinidade	62
Classificação das águas	63
Diagrama de Stiff	63
Diagrama de Piper	64
Índices hidrogeoquímicos	66
Composição da água do mar	67
Construção de vários gráficos	67
Determinação dos índices de saturação (IS)	68
Elementos vestigiais	70
Isótopos	73
Contaminação	76

Qualidade da água	77
Classificação SAR	79
Apresentação dos dados	81
Capítulo 4 – Apresentação dos dados	87
4.1 – Recursos hídricos superficiais analisados	89
4.1.1 – Recursos hídricos superficiais – 2011	89
4.1.1.1 – Maio/2011	90
a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	90
4.1.1.2 – Julho/2011	91
a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	91
b) Massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré	92
4.1.1.3 – Outubro/2011	92
a) Massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré	92
4.1.1.4 – Novembro/2011	93
4.1.2 - Recursos hídricos superficiais – 2012	94
4.1.2.1 – Fevereiro/2012	95
a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	95
4.1.2.2 – Março/2012	96
a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	96
4.1.2.3 – Julho/2012	96
a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	97
b) Massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré	97
4.1.2.4 – Novembro/2012	98
a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	98
4.1.3 – Recursos hídricos superficiais – 2013	98
4.1.3.1 – Fevereiro/2013	99
a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	100
4.2 – Recursos hídricos subterrâneos analisados	101
4.2.1 – Recursos hídricos subterrâneos – 2011	101
4.2.1.1 – Março/2011	102
a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	102
b) Massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré	104

c) Massa de água de Alpedriz	105
4.2.1.2 – Maio/2011	106
a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	106
4.2.1.3 – Julho/2011	108
a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	108
b) Massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré	109
4.2.1.4 – Setembro/2011	110
a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	110
4.2.2 – Recursos hídricos subterrâneos – 2012	111
4.2.2.1 – Fevereiro/2012	112
a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	112
b) Massa de água do Maciço Calcário Estremenho	114
4.2.2.2 – Março/2012	114
a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	114
b) Massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré	115
c) Massa de água de Alpedriz	116
4.2.2.3 – Julho/2012	116
a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	116
b) Massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré	118
c) Massa de Alpedriz	119
4.2.2.4 – Outubro/2012	120
a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	120
4.2.2.5 – Novembro/2012	121
a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	121
b) Massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré	122
4.2.3 – Recursos hídricos subterrâneos – 2013	122
Capítulo 5	123
5.1 – Interpretação dos recursos hídricos superficiais	146
5.1.1 – Interpretação dos recursos hídricos superficiais – 2011	146
5.1.1.1 – Interpretação de Maio/2011	146
a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	146

5.1.1.2 – Interpretação Julho/2011	150
a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	150
b) Massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré	154
5.1.1.3 – Interpretação de Outubro/2011	156
a) Massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré	156
5.1.1.4 – Interpretação de Novembro/2011	165
5.1.2 – Interpretação dos recursos hídricos superficiais – 2012	168
5.1.2.1 – Interpretação de Fevereiro/2012	168
a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	168
5.1.2.2 – Interpretação de Março/2012	171
a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	171
5.1.2.3 – Interpretação de Julho/2012	173
a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	174
b) Massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré	176
5.1.2.4 – Interpretação de Novembro/2012	178
a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	178
5.1.3 – Interpretação dos recursos hídricos superficiais – 2013	180
5.1.3.1 – Interpretação de Fevereiro/2013	180
a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	180
5.2 – Interpretação dos recursos hídricos subterrâneos analisados	188
5.2.1 – Interpretação dos recursos hídricos subterrâneos – 2011	188
5.2.1.1 – Interpretação de Março/2011	188
a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	188
b) Massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré	200
c) Massa de água de Alpedriz	211
5.2.1.2 – Interpretação de Maio/2011	218
a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	218
5.2.1.3 – Interpretação de Julho/2011	237
a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	237
b) Massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré	246
5.2.1.4 – Interpretação de Setembro/2011	249

a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	249
5.2.2 – Interpretação dos recursos hídricos subterrâneos – 2012	254
5.2.2.1 – Interpretação de Fevereiro/2012	254
a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	254
b) Massa de água do Maciço Calcário Estremenho	265
5.2.2.2 – Interpretação de Março/2012	267
a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	267
b) Massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré	273
c) Massa de água de Alpedriz	277
5.2.2.3 – Interpretação de Julho/2012	278
a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	278
b) Massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré	301
c) Massa de água de Alpedriz	314
5.2.2.4 – Interpretação de Outubro/2012	318
a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	318
5.2.2.5 – Interpretação de Novembro/2012	322
a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	322
b) Massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré	326
Capítulo 6 – Discussão dos dados	333
6.1 – Recursos hídricos superficiais	335
pH	336
Eh	337
Relação pH-Eh	337
Temperatura	337
Condutividade eléctrica	337
Alcalinidade	337
Dióxido de carbono (CO ₂) livre	337
Sólidos dissolvidos totais (SDT)	338
Dureza total	338
Salinidade	338
Fácies hidroquímica	338
Elementos menores	339
Elementos vestigiais	340
Índices hidrogeoquímicos	341

Índices de saturação	341
Gráficos	343
Qualidade da água	344
Isótopos	344
Água da chuva	349
6.2 – Recursos hídricos subterrâneos	351
pH	352
Eh	353
Relação pH-Eh	353
Temperatura	354
Condutividade eléctrica	354
Alcalinidade	355
Dióxido de carbono (CO ₂) livre	355
Sólidos dissolvidos totais (SDT)	356
Dureza total	357
Salinidade	357
Fácies hidroquímica	357
Elementos menores	358
Elementos vestigiais	359
Índices hidrogeoquímicos	363
Índices de saturação	364
Gráficos	365
Qualidade da água	367
Isótopos	369
6.3 – Relação entre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos	374
6.3.1 – Interacções hidrodinâmicas	374
6.3.2 – Interacções hidroquímicas	382
pH	382
Eh	383
Relação pH-Eh	383
Temperatura	383
Condutividade eléctrica	383
Alcalinidade	383
Dióxido de carbono (CO ₂) livre	383
Sólidos dissolvidos totais (SDT)	383
Dureza total	384
Salinidade	384
Fácies hidroquímica	384
Elementos menores	384
Elementos vestigiais	385

Índices hidrogeoquímicos	386
Índices de saturação	386
Gráficos	387
Qualidade da água	387
Isótopos	389
6.4 – Evolução espacial e temporal dos recursos hídricos (2011 a 2013)	391
6.4.1 – Recursos hídricos superficiais de 2011 a 2013	392
Valado dos Frades	392
Fervença	395
Casal de Areia	397
6.4.2 – Recursos hídricos subterrâneos de 2011 a 2013	398
Nasce Água	398
Valado dos Frades	399
Maiorga	401
Casal de Areia	403
Montes	404
Ferraria	408
Fervença	409
Alcobaça	411
Nazaré	413
Bárrio	416
Quinta de São Gião	420
6.5 – Equilíbrio água-rocha	424
6.6 – Influência das actividades humanas na qualidade dos recursos hídricos	430
6.7 – Contribuição para o conhecimento hidrogeológico da Várzea da Nazaré	441
6.8 – Sugestões/críticas para o futuro	450
Capítulo 7 – Considerações finais	455
Referências bibliográficas	469
Referências da Internet	482
Legislação	484
Anexos	485
Dados dos parâmetros físicos	487
Dados dos parâmetros químicos	488
Determinação do tipo de temperatura da água analisada	493
Concentração em ião nitrato (NO_3^-) das análises fornecidas pela Associação dos Agricultores de Alcobaça (AsA), pela Cooperfrutas - Cooperativa de Produtos de Fruta e Produtos Hortícolas de Alcobaça, CRL. (Coop), pela Frubça - Cooperativa de Hortofructicultores CRL (Frub) e pela Narc Frutas -Cooperativa de Fruticultores e Horticultores da Região de Alcobaça CRL (Narc)	496
Carta do Senhor Director Geral do Ambiente da Comissão Europeia, Astrid Schomaker	499
Email do Senhor Professor Doutor Alessio Filecchia	500

Índice de figuras

Capítulo 1

Figura 1.1 – Várzea da Nazaré com algumas localizações aproximadas. Hipsometria a três dimensões sobre-elevada 3x, realizada com base nos dados do MDT (Modelo Digital de Terreno) de 2009, para Portugal, com uma resolução de 30 m e disponibilizados pela ESRI Portugal3

Capítulo 2

Figura 2.1 – Localização da Várzea da Nazaré nos concelhos de Nazaré e de Alcobaça, do distrito de Leiria, respectivas Cartas Militares à escala 1/25000 11

Figura 2.2 – Localização da Várzea da Nazaré no contexto das freguesias do concelho de Nazaré e de Alcobaça. (Adaptado de CAOP, 2014)12

Figura 2.3 – Economia principal dos concelhos de Nazaré e de Alcobaça12

Figura 2.4 – Localizações das ETARs e seus emissários, das ETAs, das antigas lixeiras e da estação de transferência no Concelho da Nazaré e parte de Alcobaça, tendo como base a Carta Militar de Portugal de Alcobaça, à escala 1/50000, folha 26-1, do Instituto Geográfico do Exército, 1.ª Edição, 2006. (Elaborado com base na informação obtida da Empresa Águas do Oeste, S.A.)13

Figura 2.5 – Localização das estações meteorológicas da Associação dos Agricultores de Alcobaça14

Figura 2.6 – Variação da precipitação mensal ao longo do ano 2011 (a) e do ano 2012 (b)16

Figura 2.7 – Várzea da Nazaré e relevos circundantes. Curvas de nível, pontos cotados e vértices geodésicos da área em estudo desenhados a partir da Carta Militar de Portugal de Alcobaça, à escala 1/50000, folha 26-1, do Instituto Geográfico do Exército, 1.ª Edição, 200617

Figura 2.8 – Linhas de água representadas nas quatro Cartas Militares de Portugal, à escala 1/25000. (I.G.E. 2003 – 2004)19

Figura 2.9 – Localização da Várzea da Nazaré (rectângulo de contorno a tracejado), do diapiro das Caldas da Rainha (CR), dos limites da Orla Ocidental e da Bacia Lusitaniana e das falhas que delimitam sectores com evoluções tectono-sedimentares distintas. (Adaptado de Cabral *et al.*, 2003; Moniz e Cabral, 2014; Kullberg, 2000; Almeida *et al.*, 2000)21

Figura 2.10 – Localização dos testemunhos das quatro fases de *rifting* sugeridas por Kullberg (2000 e 2013) na Várzea da Nazaré (várzea e área envolvente)22

Figura 2.11 – Evolução paleoambiental da Várzea da Nazaré nos últimos 5000 anos. (Adaptado de Freitas *et al.*, 2010)23

Figura 2.12 – Geologia da Várzea da Nazaré. Extracto da Carta Geológica, Folha 26B – Alcobaça, à escala 1/5000024

Figura 2.13 – Localização das sondagens obtidas na consulta bibliográfica26

Figura 2.14 – Mapa estrutural da Folha 26-B – Alcobaça. (Adaptado de Carvalho, 2013)31

Figura 2.15 – Classificação química das Águas Termais (Diagramas de Stiff Modificados) ao longo da falha das Caldas da Rainha. (Adaptado de Portugal – DGGM, 1992 e dados de campo)32

Figura 2.16 – Sector da RH5 da área de estudo com as bacias (a), as massas de água (b), Paúl da Ceta (c) e a Várzea da Nazaré (antiga laguna de Pederneira) (d). (Adaptado dos mapas das fichas de diagnóstico da ARH Tejo 2011 e de Barbosa e Moreira, 2006)34

Figura 2.17 – Localização das águas analisadas nas Termas da Piedade e da Fonte da Pupa na Várzea da Nazaré. (Adaptado de Cabral, 1993; Figueira, 1982; Fernández, 1982; dados de campo)36

Capítulo 3

Figura 3.1 – Representação esquemática da metodologia utilizada41

Figura 3.2 – Ficha para preenchimento no campo. As observações de turbidez, cheiro e cor foram realizadas a olho nu43

Figura 3.3 – Eh em função do pH. (Adaptado de: Mason, 1971; Brownlow, 1996; Chameides e Perdue, 1997)47

Figura 3.4 – Comportamento do ácido carbónico (H_2CO_3), do ião hidrogenocarbonato (HCO_3^-) e do ião carbonato (CO_3^{2-}) com o pH55

Figura 3.5 – Elaboração do Diagrama de Stiff a partir da seguinte análise: $\text{Ca}^{2+} = 4,2$ meq/l, $\text{Mg}^{2+} = 3,5$ meq/l, $\text{Na}^+ + \text{K}^+ = 1,9$ meq/l, $\text{HCO}_3^- = 5,1$ meq/l, $\text{SO}_4^{2-} = 0,6$ meq/l, $\text{Cl}^- = 3,9$ meq/l. (Retirado de site hidrologia, Agosto 2014)63

Figura 3.6 – Diagrama Piper com uma análise de água projectada, com a seguinte composição: $\text{Ca}^{2+} = 60\%$ meq/l, $\text{Mg}^{2+} = 30\%$ meq/l, $\text{Na}^+ + \text{K}^+ = 10\%$ meq/l, $\text{HCO}_3^- = 70\%$ meq/l, $\text{SO}_4^{2-} = 20\%$ meq/l, $\text{Cl}^- = 10\%$ meq/l. (Site hidrologia, Agosto 2014)64

Figura 3.7 – Diagrama Piper com a definição dos tipos hidroquímicos. (Adaptado de Custodio & Llamas, 1983)65

Figura 3.8 – Breve explicação sobre a interpretação de gráficos67

Figura 3.9 – Dois modelos de explicação de gráficos68

Figura 3.10 – Vários gráficos modelo: a) índice de saturação de uma fase mineral em função da temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) índice de saturação de uma fase mineral em função do pH, c) índice de saturação de uma fase mineral em função do dióxido de carbono dissolvido em mg/l, d) índice de saturação da calcite em função do índice de saturação da dolomite69

Figura 3.11 – Tabela Periódica com indicação dos elementos que foram analisados e os valores limite de detecção da tecnologia utilizada no Laboratório ActLabs71

Figura 3.12 – Os isótopos ^{18}O e ^2H no ciclo hidrológico. (Adaptado de Calderone & Guillou, 2008). O grau de empobrecimento nos valores de precipitação estão relacionados com o aumento da altitude, da distância à costa, da latitude e do volume de chuva. (Beduschi, 2008)74

Figura 3.13 – Gráfico de $\delta^2\text{H}$ em função de $\delta^{18}\text{O}$ com a Recta Meteorica Global e valores hipotéticos de composição isotópica de chuva, de águas doces e de vapores. As setas indicam a direcção da mudança da composição isotópica. (Adaptado de IAEA, UNESCO, 2000)75

Figura 3.14 – Gráfico de $\delta^{18}\text{O}$ (‰) em função de $\delta^2\text{H}$ com a projecção das rectas meteoricas de: vertente do Mediterrâneo ($\delta^2\text{H} = 8,8\delta^{18}\text{O} + 22$) (Gat, 1971; *in*: Mazor, 1991); local ($\delta^2\text{H} = 8,8\delta^{18}\text{O} + 20,8$) (Caroça, 2012; recalculada); global ($\delta^2\text{H} = 8,8\delta^{18}\text{O} + 10$) (Craig, 1961); Portugal ($\delta^2\text{H} = (6,83 \pm 0,09)\delta^{18}\text{O} + (4,86 \pm 4,31)$) (Gomes *et al*, 2001; *in*: Fernandes, 2004); vertente do Atlântico ($\delta^2\text{H} = 6,969\delta^{18}\text{O} + 3,663$) (Plata, 1979; *in*: Silva, 1990)75

Figura 3.15 – Vários gráficos modelo: a) $\delta^{18}\text{O}$ (‰) em função de salinidade (‰), b) condutividade eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) em função de $\delta^{18}\text{O}$ (‰), c) semilogarítmico ião cloreto (mg/l) em função de $\delta^{18}\text{O}$ (‰)	76
---	----

Figura 3.16 – Classificação SAR (Norma <i>Riverside</i>). (Adaptado de Custodio e Llamas, 1983)	80
---	----

Figura 3.17 – Localização das massas de águas e das zonas geográficas	81
--	----

Figura 3.18 – Localização das estações de colheita de amostras de água	82
---	----

Capítulo 4

Figura 4.1 – Localização dos recursos hídricos superficiais analisados em 2011	89
---	----

Figura 4.2 – Localização dos recursos hídricos superficiais analisados em 2012	94
---	----

Figura 4.3 – Localização dos recursos hídricos superficiais analisados em 2013	99
---	----

Figura 4.4 – Localização dos recursos hídricos subterrâneos analisados em 2011	101
---	-----

Figura 4.5 – Localização dos recursos hídricos subterrâneos analisados em 2012	111
---	-----

Capítulo 5

Figura 5.1 – Recursos hídricos superficiais de 2011: dados e gráficos	128
--	-----

Figura 5.2 – Recursos hídricos superficiais de 2012: dados e gráficos	130
--	-----

Figura 5.3 – Recursos hídricos superficiais de 2013: dados e gráficos	131
--	-----

Figura 5.4 – Recursos hídricos subterrâneos de 2011: dados e gráficos	133
--	-----

Figura 5.5 – Recursos hídricos subterrâneos de 2012: dados e gráficos	135
--	-----

Figura 5.6 – Dados e gráficos sobre as razões isotópicas ($\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^2\text{H}$, em ‰). (Caroça, 2014 ^b , 2015 ^a)	137
--	-----

Figura 5.7 – Qualidade dos recursos hídricos superficiais de 2011 para rega: dados e gráfico	140
---	-----

Figura 5.8 – Qualidade dos recursos hídricos superficiais de 2012 para rega: dados e gráfico	141
---	-----

Figura 5.9 – Qualidade dos recursos hídricos superficiais de 2013 para rega: dados e gráfico	141
---	-----

Figura 5.10 – Qualidade dos recursos hídricos subterrâneos de 2011 para rega: dados e gráfico	142
--	-----

Figura 5.11 – Qualidade dos recursos hídricos subterrâneos de 2012 para rega: dados e gráfico	144
--	-----

Figura 5.12 – Diagramas de Piper com a projecção das amostras de água analisadas para os sectores da várzea da Nazaré: a) litoral, b) intermédio, c) interno. As cores das estrelas indicam o tipo de captação. A cor vermelha corresponde ao furo, a cor de laranja ao poço, a cor azul clara à nascente, a cor cinzenta à vala e a cor azul escura ao rio. (Caroça, 2015 ^a)	145
---	-----

Capítulo 6

Figura 6.1 – Recursos hídricos superficiais analisados em 2011	346
---	-----

Figura 6.2 – Recursos hídricos superficiais analisados em 2012	347
---	-----

Figura 6.3 – Recursos hídricos superficiais analisados em 2013	348
---	-----

Figura 6.4 – Características físico-químicas das águas das chuvas	350
--	-----

Figura 6.5 – Recursos hídricos subterrâneos analisados em 2011	Anexo (bolsa)
---	---------------

Figura 6.6 – Recursos hídricos subterrâneos analisados em 2012	Anexo (bolsa)
---	---------------

Figura 6.7 – O ciclo hidrológico. (Adaptado de Wisler e Brater, 1964)	374
--	-----

Figura 6.8 – Principais direcções do fluxo superficial e subterrâneo da amostragem em 2011	376
---	-----

Figura 6.9 – Principais direcções do fluxo superficial e subterrâneo da amostragem em 2012 ...	379
Figura 6.10 – Principais direcções do fluxo superficial e subterrâneo da amostragem em 2013	381
Figura 6.11 – Interpretação final do fluxo superficial e subterrâneo na Várzea da Nazaré	382
Figura 6.12 – Ião nitrato (NO_3^-) nas águas analisadas na Várzea da Nazaré	384
Figura 6.13 – Localização das 28 estações com duas e três colheitas de amostras de água	392
Figura 6.14 – Gráfico da composição química das amostras 36 e 36b	393
Figura 6.15 – Gráfico da composição química das amostras 39 e 39b	394
Figura 6.16 – Gráfico da composição química das amostras 38, 38b e 39c	395
Figura 6.17 – Gráfico da composição química das amostras 25 e 25b	396
Figura 6.18 – Gráfico da composição química das amostras 40 e 40b	397
Figura 6.19 – Gráfico da composição química das amostras 1 e 1b	398
Figura 6.20 – Gráfico da composição química das amostras 8 e 8b	399
Figura 6.21 – Gráfico da composição química das amostras 35 e 35b	400
Figura 6.22 – Gráfico da composição química das amostras 10 e 10b	401
Figura 6.23 – Gráfico da composição química das amostras 12 e 12b	402
Figura 6.24 – Gráfico da composição química das amostras 13 e 13b	404
Figura 6.25 – Gráfico da composição química das amostras 16 e 16b	405
Figura 6.26 – Gráfico da composição química das amostras 18 e 18b	406
Figura 6.27 – Gráfico da composição química das amostras 19 e 19b	407
Figura 6.28 – Gráfico da composição química das amostras 21, 21b e 21c	408
Figura 6.29 – Gráfico da composição química das amostras 24 e 24b	410
Figura 6.30 – Gráfico da composição química das amostras 64 e 64b	411
Figura 6.31 – Gráfico da composição química das amostras 26 e 26b	412
Figura 6.32 – Gráfico da composição química das amostras 33, 33b e 33c	413
Figura 6.33 – Gráfico da composição química das amostras 34 e 34b	415
Figura 6.34 – Gráfico da composição química das amostras 47 e 47b	416
Figura 6.35 – Gráfico da composição química das amostras 37, 37b e 37c	417
Figura 6.36 – Gráfico da composição química das amostras 42 e 42b	418
Figura 6.37 – Gráfico da composição química das amostras 43 e 43b	419
Figura 6.38 – Gráfico da composição química das amostras 44 e 44b	420
Figura 6.39 – Gráfico da composição química das amostras 45 e 45b	421
Figura 6.40 – Gráfico da composição química das amostras 48, 48b e 48c	423
Figura 6.41 – Índices de saturação das águas em relação a: a) calcite (CaCO_3) com a temperatura da água; b) calcite (CaCO_3) com o pH; c) calcite (CaCO_3) com o CO_2 total dissolvido; d) aragonite (CaCO_3) com a temperatura da água; e) aragonite (CaCO_3) com o pH; f) aragonite (CaCO_3) com o CO_2 total dissolvido; g) dolomite ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) com a temperatura da água; h) dolomite ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) com o pH; i) dolomite ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) com o CO_2 total dissolvido	427
Figura 6.42 – Índice de saturação da dolomite (IS_d) em função do índice de saturação da calcite (IS_c) das amostras de água analisadas. (Adaptado de Langmuir, 1997)	428

Figura 6.43 – Localização das amostras de água poluídas analisadas nesta dissertação	430
Figura 6.44 – Contaminação por efluentes de fossas sépticas. («Frac flow back» significa água que retorna à superfície depois de ter completado o processo de fracturação hidráulica durante a extracção de gás natural)	432
Figura 6.45 – Localização dos pontos de amostragem (ano da colheita)	433
Figura 6.46 – Localização de outros pontos de amostragem (ano da colheita)	439
Figura 6.47 – Zonas Vulneráveis de Portugal continental. A elipse a preto assinala a localização aproximada da Várzea da Nazaré. (Adaptado de http://www.dgadr.mamaot.pt/rec-hid/diretiva-nitratos;13/01/2015)	443
Figura 6.48 – Ião nitrato (NO_3^-) nas águas de rega dos proprietários fornecedores de produtos agrícolas	444
Capítulo 7	
Figura 7.1 – Localização das amostras de água que não revelaram parâmetros analisados superiores a uma água para consumo humano	464
Figura 7.2 – Concentração em ião nitrato (NO_3^-) em função dos sólidos dissolvidos totais (SDT) das amostras de águas: a) superficiais, b) nascentes, c) poços e d) furos, analisados	465
Figura 7.3 – Modelo conceptual básico para a Várzea da Nazaré	467

Índice de quadros

Capítulo 2

Quadro 2.I – Médias máximas e mínimas atingidas em cada estação meteorológica	15
Quadro 2.II – Estratigrafia da Várzea da Nazaré e sua envolvimento. (Adaptado da Notícia Explicativa da Carta Geológica 26-B de Alcobaça à Escala 1/50000)	25
Quadro 2.III – Dados comuns às análises efectuadas nas águas da Piedade em diferentes anos. (Adaptado de Figueira, 1982)	37

Capítulo 3

Quadro 3.I – Recipientes utilizados para a recolha de amostra de água, sua finalidade, alguns cuidados a ter na sua recolha e o laboratório onde se realizam as análises	43
Quadro 3.II – Parâmetros químicos determinados (catiões e aniões em mg/l, elementos vestigiais em µg/l e as razões isotópicas em ‰)	44
Quadro 3.III – Determinação do erro de balanço de massas	61
Quadro 3.IV – Opinião de autores sobre aceitação do valor limite do ERB	62
Quadro 3.V – Índices hidrogeoquímicos	66
Quadro 3.VI – Níveis de tolerância estabelecidos para uma água de consumo humano	72
Quadro 3.VII – Valores padrão de Reimann e Caritat (1998) para água de rio, com excepção de dois elementos, rubídio (Rb) e cézio (Cs), onde se utilizou o valor padrão para água do mar	73
Quadro 3.VIII - Parâmetros químicos utilizados neste estudo e seus valores máximos permitidos para uma água com qualidade para a saúde humana	78

Quadro 3.IX – Níveis de tolerância estabelecidos para uma água de consumo humano. (Adaptado de Reimann e Caritat, 1998)	78
--	----

Quadro 3.X – Vários critérios de separação das águas analisadas. (Continuação do quadro na página seguinte)	83
--	----

Capítulo 4

Quadro 4.I – Amostras de águas superficiais do ano 2011 (massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste ⁽¹⁾ , massa de água Caldas da Rainha - Nazaré ⁽²⁾)	90
---	----

Quadro 4.II – Resultados das amostras de águas superficiais analisadas em Maio de 2011 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	90
--	----

Quadro 4.III – Resultados das amostras de águas superficiais analisadas em Julho de 2011 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	91
--	----

Quadro 4.IV – Resultados das amostras de águas superficiais analisadas em Julho de 2011 da massa de água das Caldas da Rainha – Nazaré	92
---	----

Quadro 4.V – Resultados das amostras de águas superficiais analisadas em Outubro de 2011 da massa de água das Caldas da Rainha – Nazaré	93
--	----

Quadro 4.VI - Resultados das amostras de águas de chuva analisadas em Novembro de 2011 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	94
--	----

Quadro 4.VII – Amostras de águas superficiais do ano 2012. (Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste ⁽¹⁾ , massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré ⁽²⁾)	95
--	----

Quadro 4.VIII – Resultados das amostras de águas superficiais analisadas em Fevereiro de 2012 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	95
---	----

Quadro 4.IX – Resultados das amostras de águas superficiais analisadas em Março de 2012 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	96
---	----

Quadro 4.X – Resultados das amostras de águas superficiais analisadas em Julho de 2012 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	97
--	----

Quadro 4.XI – Resultados da amostra de água superficial analisada em Julho de 2012 da massa de água das Caldas da Rainha – Nazaré	97
--	----

Quadro 4.XII – Resultados da amostra de água superficial analisada em Novembro de 2012 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	98
--	----

Quadro 4.XIII – Amostras de águas superficiais do ano 2013. (Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste ⁽¹⁾)	99
--	----

Quadro 4.XIV – Resultados das amostras de águas superficiais analisadas em Fevereiro de 2013 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	100
--	-----

Quadro 4.XV – Amostras de águas subterrâneas do ano 2011. (Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste ⁽¹⁾ , massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré ⁽²⁾ , massa de água de Alpedriz ⁽³⁾)	102
--	-----

Quadro 4.XVI – Resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Março de 2011 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	103
--	-----

Quadro 4.XVII – Resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Março de 2011 da massa de água das Caldas da Rainha – Nazaré	104
---	-----

Quadro 4.XVIII – Resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Março de 2011 da massa de água de Alpedriz	105
Quadro 4.XIX – Resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Maio de 2011 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	106
Quadro 4.XX – Resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Julho de 2011 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	108
Quadro 4.XXI – Resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Julho de 2011 da massa de água das Caldas da Rainha – Nazaré	109
Quadro 4.XXII – Resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Setembro de 2011 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	110
Quadro 4.XXIII – Amostras de águas subterrâneas do ano 2012. (Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste ⁽¹⁾ , massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré ⁽²⁾ , massa de água de Alpedriz ⁽³⁾ , massa de água do Maciço Calcário Estremenho ⁽⁴⁾)	112
Quadro 4.XXIV – Resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Fevereiro de 2012 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	113
Quadro 4.XXV – Resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Fevereiro de 2012 da massa de água do Maciço Calcário Estremenho	114
Quadro 4.XXVI – Resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Março de 2012 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	114
Quadro 4.XXVII – Resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Março de 2012 da massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré	115
Quadro 4.XXVIII – Resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Março de 2012 da massa de água de Alpedriz	116
Quadro 4.XXIX – Resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Julho de 2012 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	116
Quadro 4.XXX – Resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Julho de 2012 da massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré	118
Quadro 4.XXXI – Resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Julho de 2012 da massa de água de Alpedriz	120
Quadro 4.XXXII – Resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Outubro de 2012 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	120
Quadro 4.XXXIII – Resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Novembro de 2012 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	121
Quadro 4.XXXIV – Resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Novembro de 2012 da massa de água das Caldas da Rainha – Nazaré	122
Capítulo 5	
Quadro 5.I – Abreviatura para os gráficos	125
Quadro 5.II – Valores padrão para os elementos vestigiais analisados	126

Quadro 5.III – Parâmetros químicos utilizados neste estudo e seus valores máximos permitidos para uma água com qualidade para a saúde humana. (CE significa condutividade eléctrica, DT significa dureza total)	127
Quadro 5.IV – Interpretação dos resultados das amostras de águas superficiais analisadas em Maio de 2011 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	146
Quadro 5.V – Interpretação dos resultados das amostras de águas superficiais analisadas em Julho de 2011 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste ⁽¹⁾	150
Quadro 5.VI – Interpretação dos resultados das amostras de águas superficiais analisadas em Julho de 2011 da massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré	155
Quadro 5.VII – Interpretação dos resultados das amostras de águas superficiais analisadas em Outubro de 2011 da massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré	156
Quadro 5.VIII – Interpretação dos resultados das amostras de águas de chuva analisadas em Novembro de 2011 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste ..	166
Quadro 5.IX – Interpretação dos resultados das amostras de águas superficiais analisadas em Fevereiro de 2012 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste ...	169
Quadro 5.X – Interpretação dos resultados das amostras de águas superficiais analisadas em Março de 2012 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	172
Quadro 5.XI – Interpretação dos resultados das amostras de águas superficiais analisadas em Julho de 2012 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	174
Quadro 5.XII – Interpretação dos resultados da amostra de água superficial analisada em Julho de 2012 da massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré	177
Quadro 5.XIII – Interpretação dos resultados das amostras de águas superficiais analisadas em Novembro de 2012 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste ..	179
Quadro 5.XIV – Interpretação dos resultados das amostras de águas superficiais analisadas em Fevereiro de 2013 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste ...	181
Quadro 5.XV – Interpretação dos resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Março de 2011 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste ⁽¹⁾	188
Quadro 5.XVI – Interpretação dos resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Março de 2011 da massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré	200
Quadro 5.XVII – Interpretação dos resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Março de 2011 da massa de água de Alpedriz	212
Quadro 5.XVIII – Interpretação dos resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Maio de 2011 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	219
Quadro 5.XIX – Interpretação dos resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Julho de 2011 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	238
Quadro 5.XX – Interpretação dos resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Julho de 2011 da massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré	246
Quadro 5.XXI – Interpretação dos resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Setembro de 2011 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste ...	250

Quadro 5.XXII – Interpretação dos resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Fevereiro de 2012 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste ...	254
Quadro 5.XXIII – Interpretação dos resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Fevereiro de 2012 da massa de água do Maciço Calcário Estremenho ⁽⁴⁾	266
Quadro 5.XXIV – Interpretação dos resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Março de 2012 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste	267
Quadro 5.XXV – Interpretação dos resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Março de 2012 da massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré	274
Quadro 5.XXVI – Interpretação dos resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Março de 2012 da massa de água de Alpedriz	277
Quadro 5.XXVII – Interpretação dos resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Julho de 2012 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste ...	279
Quadro 5.XXVIII – Interpretação dos resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Julho de 2012 da massa de água das Caldas da Rainha -Nazaré	301
Quadro 5.XXIX – Interpretação dos resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Julho de 2012 da massa de água de Alpedriz	315
Quadro 5.XXX – Interpretação dos resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Outubro de 2012 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste ...	319
Quadro 5.XXXI – Interpretação dos resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Novembro de 2012 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste ...	322
Quadro 5.XXXII – Interpretação dos resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Novembro de 2012 da massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré	326
Capítulo 6	
Quadro 6.I – Cotas piezométricas dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos analisados em 2011	375
Quadro 6.II – Cotas piezométricas dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos analisados em 2012	377
Quadro 6.III – Cotas piezométricas dos recursos hídricos subterrâneos analisados em 2011 e em 2012	380
Quadro 6.IV – Cotas piezométricas dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos analisados em 2013	381
Quadro 6.V – Estações com duas e três colheitas de amostras de água	391
Quadro 6.VI – Amostras sobressaturadas em aragonite (CaCO_3), calcite (CaCO_3) e dolomite [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$] nos sectores da Várzea da Nazaré: a) litoral, b) intermédio e c) interno	425
Quadro 6.VII – Resultados das amostragens de Verdasca (2008). (n.d. significa não detectado)	435
Quadro 6.VIII – Análises obtidas nos dois pontos de amostragem («linha verde» e descarga junto à ponte) da Câmara Municipal de Alcobaça	437
Quadro 6.IX – Caracterização resumida das massas de água. (Adaptado das Fichas de Diagnóstico da ARH Tejo de 2011)	441

Quadro 6.X – Qualidade geral dos recursos hídricos superficiais analisados	446
Quadro 6.XI – Qualidade geral dos recursos hídricos subterrâneos analisados	447

Capítulo 1

Introdução

A dissertação com o título: «Recursos hídricos superficiais vs subterrâneos na Várzea da Nazaré. Implicações na qualidade da água» foi financiada pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) por intermédio de uma bolsa individual de doutoramento com a referência SFRH/BD/70957/2010. O Doutoramento em Geologia na especialidade da Hidrogeologia foi iniciado a 1 de Abril de 2011, no Departamento de Geologia (Centro de Geologia) da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

A Várzea da Nazaré corresponde à depressão geomorfológica associada ao vale do Paúl da Cela e ao antigo estuário lagunar da Pederneira que assoreou a partir do século XVIII. Ocupa a extremidade setentrional do diapiro das Caldas da Rainha com direcção NNE-SSW. Actualmente designa-se por Várzea da Nazaré (região geográfica) a área da depressão e a zona circundante a esta, que abrange os concelhos de Nazaré e de Alcobaça, do distrito de Leiria, em Portugal. (Fig. 1.1)

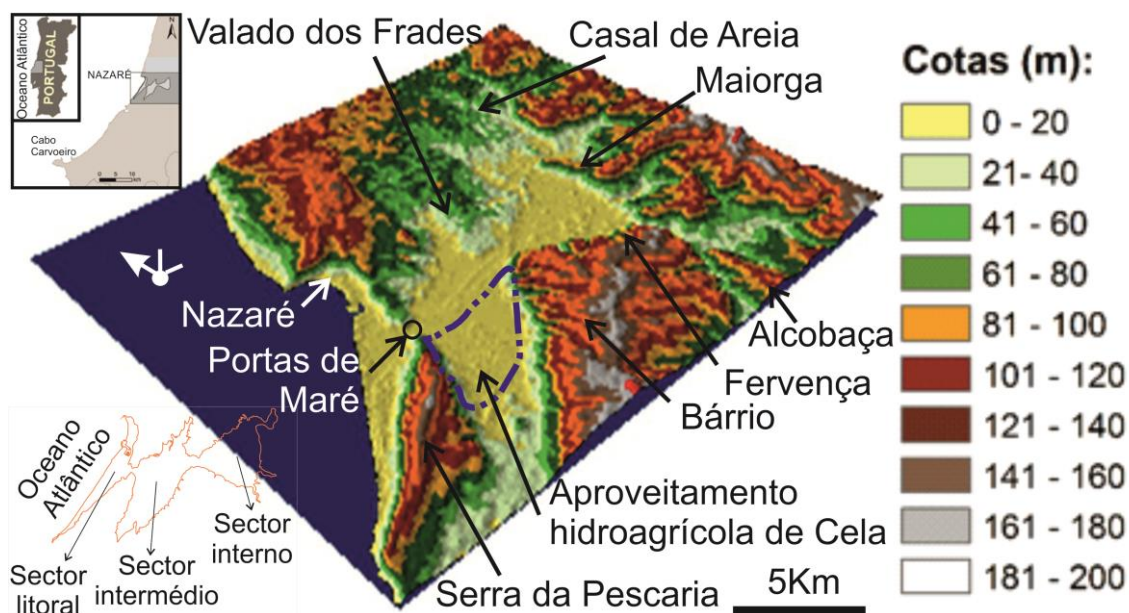


Figura 1.1 – Várzea da Nazaré com algumas localizações aproximadas. Hipsometria a três dimensões sobreelevada 3x, realizada com base nos dados do MDT (Modelo Digital de Terreno) de 2009, para Portugal, com uma resolução de 30 m e disponibilizados pela ESRI Portugal

Os recursos hídricos superficiais e subterrâneos, devido às diferentes contribuições de água superficial, às características aluvionares (salobras/salgadas) do aquífero da várzea e à presença de intensa actividade agrícola, apresentam-se com diferentes tipos de mineralização e de contaminação.

1.1 – Breve história

A linha de costa de Portugal continental tem sofrido modificações ao longo dos tempos geológicos, devido às oscilações do nível médio do mar (transgressões e regressões) e à acção humana. (Dias *et al.*, 1997).

Na área em estudo, após a conquista das terras de Alcobaça aos mouros, no século XII, a linha de costa apresentava-se recortada por dois grandes golfos: a Laguna de Pederneira (actual Várzea da Nazaré) e a Lagoa de Alfeizeirão, mais a sul. Nesta altura, os terrenos em redor da Laguna de Pederneira (actual Várzea da Nazaré) eram constituídos por areias, florestas, essencialmente de pinheiros, e reduzidas linhas de água que desaguavam nas lagunas. Os Monges da Ordem de Cister, a pedido de D. Afonso Henriques, ocuparam as terras de Alcobaça para as proteger, povoar e dinamizar. Adaptaram-se às condições morfodinâmicas construindo estruturas para portos (antigos portos de Paredes, Pederneira, Alfeizerão e Atougua da Baleia), pesca, salicultura, construção naval e comércio. Relativamente à actividade agro-pecuária, derrubaram a floresta primitiva substituindo-a por outro tipo de árvores (geralmente carvalhos) e desviaram os cursos de água naturais para utilização da água para rega. Quando o nível do mar começou a baixar, a laguna começou a assorear, terminando com as actividades ligadas ao mar e aumentando a actividade agro-pecuária com apropriação dos terrenos pantanosos. As linhas de águas existentes continuaram a ser intervencionadas e para dessalinizar os terrenos e impedir a entrada de água do mar construíram as portas de maré na zona do estrangulamento em Carrasqueira (**fig. 1.1**). No século XVIII, com o recuo do mar, a Laguna da Pederneira, local de estudo, encontrava-se assoreada, os terrenos da Nazaré começavam a ficar a descoberto e os grandes pântanos transformaram-se em terrenos férteis. Só no século XIX a Nazaré começou o seu desenvolvimento através da pesca e da construção de embarcações. No século XX executaram-se obras de enxugo, de desvio e reperfilamento dos rios de Areia, do Meio e de Alcobaça, de abertura de novos canais (por exemplo, o rio das Tábuas) e de fixação do rio Alcobaça com a construção do Porto da Nazaré destinado à frota pesqueira e a uma marina (inaugurado a 3 de Setembro de 1983). (Barbosa e Moreira, 2006; Henriques *et al.*, 2010; site da Câmara Municipal de Alcobaça, 16/02/2016).

Actualmente, a antiga Laguna da Pederneira, ou Várzea da Nazaré, entre Alcobaça e Nazaré, é a zona de Portugal de maior prestígio de produção agrícola e frutícola, nomeadamente de maçãs e pêras. Apresenta, no sector intermédio da várzea da Nazaré, uma obra de aproveitamento agrícola activa desde 1940, utilizando para rega a água do rio Alcobaça por um simples processo de desvio de um determinado volume de água (ainda não quantificável), por gravidade, até às parcelas a regar. As águas excedentes são posteriormente encaminhadas para a estação elevatória, localizada junto ao viaduto VCI da Nazaré, e desta para o rio Alcobaça, desaguando no mar. (Site da Cooperativa Agrícola de Alcobaça, Crl., 2014; site da Cooperfruta, Crl, 2014; Contrato de Concessão, 2011).

A qualidade dos produtos agrícolas depende não só da composição dos solos, mas também, e fundamentalmente, da composição da água, sendo este último o objectivo geral deste trabalho.

1.2 – Objectivos específicos

Os objectivos específicos da tese submetidos à Fundação de Ciência e Tecnologia traduziam-se na determinação:

- da qualidade da água superficial e subterrânea;
- do tipo e origem de água;

- do circuito da água subterrânea;
- dos caudais drenados (superficial vs subterrânea);
- da avaliação do termalismo adjacente à Várzea;
- da definição do modelo conceptual hidrogeológico da Várzea.

Durante a pesquisa bibliográfica verificou-se a inexistência de dados hidrodinâmicos dos recursos hídricos e de dados meteorológicos da zona em estudo que permitiriam responder cabalmente aos objectivos de «determinação dos caudais drenados (superficial vs subterrâneo)», de «determinação do circuito da água subterrânea» e de «determinação da definição do modelo conceptual hidrogeológico da Várzea». As razões dessa inexistência são várias, e entre elas destacam-se algumas:

- os relatórios entregues pelos proprietários e/ou empresas de perfuração nas antigas administrações de recursos hídricos [ex-ARH, actualmente pertencem à Agência Portuguesa do Ambiente (APA)] para o licenciamento da respectiva captação não foram encontrados;
- a ex-ARH, devido a redução de pessoal e mudanças de instalações, tem perdido vária documentação, sobretudo a que menos lhe desperta interesse (ausência de hidrogeólogos nestas instituições);
- os relatórios exigidos por lei às empresas de perfuração, apesar de nos seus quadros constarem geólogos, não mencionam/referem os vários aquíferos que penetram pela perfuração. Acresce a perda de dados antigos, quer por falência de empresas quer por mudança de instalações e localizações;
- as câmaras municipais e as juntas de freguesia não consideram relevante terem conhecimento destes dados, apenas pretendem saber se é viável ou não o uso de determinado recurso hídrico;
- as cooperativas e as associações não possuem relatórios geotécnicos, têm apenas algumas análises de águas utilizadas para rega dos proprietários, com excepção da Associação de 5 Rios e dos Beneficiários de Cela. As análises químicas efectuadas em locais distantes da área de estudo só apresentam em comum o parâmetro nitrato, que serviu para apresentar um estudo sobre a situação dos nitratos no concelho de Alcobaça. (Caroça, 2015^{a,b}).

A não existência de dados hidroquímicos antigos e de relatórios geotécnicos não permitiu apresentar a variação espacial e a evolução temporal das águas da Várzea da Nazaré e realizar o estudo hidrodinâmico nesta zona. O êxito de um modelo conceptual hidrogeológico que auxilie os vários decisores só se consegue com a existência de dados disponíveis. Consequentemente, com o trabalho desenvolvido e por se tratar de um estudo pioneiro, pretendeu-se obter um conhecimento geral da área, nomeadamente a hidroquímica das águas analisadas, as fontes de contaminação, a gestão dos recursos hídricos e os problemas/críticas da população local. Os resultados destes objectivos de estudo permitirão melhoramentos para a gestão e protecção dos recursos hídricos existentes na Várzea da Nazaré, aquando do planeamento e ordenamento do território.

1.3 – Objectivo de investigação

O objectivo de investigação inicial do trabalho era, como se disse anteriormente, estabelecer um modelo conceptual hidrológico/hidrogeológico para a Várzea da Nazaré. Razões alheias tornaram impossível realizar todas as fases propostas, descritas aquando da candidatura à bolsa, nomeadamente: o estudo da realização do balanço hídrico; a amostragem em duas campanhas (uma realizada no final do Inverno e outra no final do Verão); e a determinação isotópica de $\delta^3\text{H}$, $\delta^{34}\text{S}$, $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{87}\text{Sr}$ e $\delta^{37}\text{Cl}$. Perante tal impossibilidade, o objectivo foi orientado para a apresentação de um estudo da zona tendo por base uma só fase de colheita no tempo e no espaço (dados insuficientes para a realização de estatística), distinguindo diferentes contribuições de água (superficial e subterrânea) e as diferentes contaminações naturais e antrópicas, de modo a auxiliar a elaboração de programas de correcção e de gestão integrada dos recursos hídricos.

1.4 – Motivação

A água é um recurso natural imprescindível à vida, ao desenvolvimento económico e ao bem-estar social. De acordo com o ponto (1) e ponto (4) da Directiva n.º 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro de 2000, que estabelece um quadro de acção comunitária no domínio da política da água [a conhecida Directiva Quadro Água (DQA)]:

- «A água não é um produto comercial como outro qualquer, mas um património que deve ser protegido, defendido e tratado como tal»,
- «Na comunidade, a água encontra-se sujeita a uma pressão crescente, devido ao contínuo aumento da procura de quantidades suficientes de águas de boa qualidade para diversos fins.»

Portugal, com o objectivo de contribuir para o cumprimento dos objectivos dos vários Acordos e Compromissos Internacionais assumidos no domínio da água, transpôs a DQA para a Lei da Água (artigo 23.º e 24.º da Lei da Água (Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro, alterada e republicada pelo Decreto-Lei n.º 130/2012, de 22 de Junho). De acordo com a Republicação da Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro (anexo referente ao artigo 4.º do DL 130/2012 de 22 de Junho), os objectivos ambientais são:

- Evitar a continuação da degradação, proteger e melhorar todos os ecossistemas no que respeita às necessidades de água;
- Promover uma utilização sustentável da água;
- Assegurar o fornecimento da água em quantidade, qualidade, e de forma equitativa e equilibrada;
- Proteger e melhorar os recursos hídricos;
- Cumprir os acordos internacionais, incluindo os que se destinam à prevenção e eliminação da poluição no ambiente marinho.

A Várzea da Nazaré, antes uma laguna, é ocupada por agricultura intensiva sobre aluviões e areias, em aquíferos livres a confinados, e apresenta as linhas de água intervencionadas desde o séc. XII pelos

Monges da Ordem de Cister. Actualmente, não existem os monges, mas as condições que deixaram ainda perduram, sendo conhecida como a melhor zona de produção agrícola de Portugal. Encontram-se, no entanto, limitadas pela disponibilidade de água para rega que está dependente de:

- vulnerabilidade litológica (areias),
- proximidade do mar (perigo de salinização),
- procura acentuada de abastecimento de água com qualidade,
- problemas de contaminação por químicos utilizados nesta zona, e
- falta de estudos destas águas sobre a sua qualidade e origem.

Por estas contingências decidiu-se fazer um estudo destas águas subterrâneas e superficiais, de forma a contribuir cientificamente para os objectivos ambientais que Portugal se propôs cumprir, neste caso minimizar e evitar danos aos recursos hídricos, aos ecossistemas e à produção agrícola.

1.5 – Referências bibliográficas

A bibliografia disponível à data do início do trabalho (Abril de 2011), após pesquisa, revelou-se relativamente reduzida no que se refere aos principais aspectos a abordar no doutoramento, destacando-se, entre outros, os seguintes trabalhos:

ACCIAIUOLI, L.M.C., *Hidrologia Portuguesa – Águas Minerais e de Mesa, 1943-1946*, Direcção-Geral de Minas e Serviços Geológicos, Vol 1, Lisboa, 1947, p. 286.

ACCIAIUOLI, L.M.C., *Le Portugal Hydromineral*, Direction Generale des Mines et des Services Geologiques, Vol 1, Lisbonne, 1952, p. 284.

BARBOSA, P. G., MOREIRA, M.L., *Seiva Sagrada – a agricultura na região de Alcobaça – Notas Históricas*, Printmor impressores, Lda., Alcobaça, 2006, p. 271.

FREITAS, M.C., ANDRADE, C., RAMOS, R., CRUCES, A., HENRIQUES, V., «Evolução paleoambiental da planície litoral a Sul da Nazaré desde o tardiglaciar. Integração no modelo de evolução do litoral ocidental português», in: *Iberian Coastal Holocene Paleoenvironmental Evolution*, Coastal Hope – Proceedings, 2010, pp. 48-58.

HENRIQUES, M.V., «A Faixa litoral entre a Nazaré e Peniche. Unidades geomorfológicas e dinâmica actual dos sistemas litorais». Dissertação de doutoramento, Universidade de Évora, 1996, p. 575 (policopiado).

HENRIQUES, M.V., DINIS, J.L., *Avaliação do enchimento sedimentar holocénico na planície aluvial da Nazaré (Estremadura Portuguesa)*. Acta do X Colóquio Ibérico de Geografia, PDF079, Évora, 2006, p. 16.

MENDONÇA, E.L., «Turismo e estratificação na Nazaré», *Análise Social*, 71, 2º, 1982, pp. 311-329.

ZBYSZEWSKIY, G., *Étude structural de la Vallée Typhonique de Caldas da Rainha (Portugal)*. Memórias dos Serviços Geológicos de Portugal (3), Lisboa, 1959, p. 184.

1.6 – Trabalhos publicados

Durante a investigação foram realizados e publicados vários trabalhos (consultar *Currículo vitae*):

- 2 relatórios de conclusão dos cursos de pós-graduação de actualização sobre Direito da Água e Direito sobre Resíduos;
- 7 artigos noutras revistas, nacionais e estrangeiras, com arbitragem científica (*referees*);
- 1 capítulo de livro técnico;
- 16 comunicações em actas de encontros científicos com arbitragem científica (*referees*);
- 13 comunicações orais;
- 5 apresentações em *poster*.

1.7 – Apresentação da dissertação

A dissertação irá ser dividida em sete capítulos: introdução, enquadramento, metodologia, apresentação dos dados, interpretação dos dados, discussão dos dados e considerações finais.

Na introdução faz-se uma breve apresentação do trabalho de investigação, seus objectivos, trabalhos publicados e a forma como será apresentada a dissertação.

No enquadramento descreve-se o contexto geográfico com um subcapítulo referente ao clima, o quadro geomorfológico, aspectos geológicos com dois subcapítulos sobre a estratigrafia e a tectónica, e, por fim, o enquadramento hidrogeológico.

Na metodologia relatam-se as actividades desenvolvidas durante o trabalho de campo e o trabalho de laboratório/gabinete, tendo sido a maioria das análises realizadas por laboratórios externos ao Departamento de Geologia. Fornecem-se dados teóricos e/ou justificações para todos os estudos realizados ao longo deste trabalho.

A apresentação dos dados consiste nos resultados obtidos separados por recursos hídricos superficiais e subterrâneos, por anos, meses e massas de água.

No capítulo da interpretação dos dados são apresentados vários quadros referentes à interpretação de cada amostra de água sujeita às técnicas de estudo utilizadas no capítulo da metodologia.

No capítulo sobre a discussão dos dados analisam-se os resultados apresentados para cada parâmetro analisado dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, relacionam-se esses resultados e descreve-se a evolução espacial e temporal das águas analisadas com duas a três amostragens, analisa-se o equilíbrio água-rocha obtido para a fase mineral carbonatada, indicam-se as contribuições que este trabalho forneceu para o conhecimento hidrogeológico da Várzea da Nazaré, e por fim, apresentam-se sugestões/críticas para o futuro.

Nas considerações finais pretende-se responder aos objectivos específicos da tese.

Finalmente, as informações complementares ao texto da dissertação são colocadas em Anexo.

Capítulo 2

Enquadramento

2.1 - Enquadramento geográfico

A Várzea da Nazaré, inserida na província da Estremadura, é uma área localizada no litoral centro de Portugal continental, no extremo norte do troço compreendido entre a Nazaré e o Cabo Carvoeiro. Pertence ao distrito de Leiria e aos concelhos de Nazaré e de Alcobaça.

A Várzea da Nazaré encontra-se representada à escala 1/50000 na folha 26-1 de 2006, do Instituto Geográfico do Exército, e à escala 1/25000 nas quatro folhas da Carta Militar do mesmo Instituto: 306-B de Nazaré de 2003, 316 de S. Martinho do Porto (Alcobaça) de 2004, 307 de Valado dos Frades (Nazaré) de 2004 e 317 de Alcobaça de 2004. (**Fig. 2.1**)

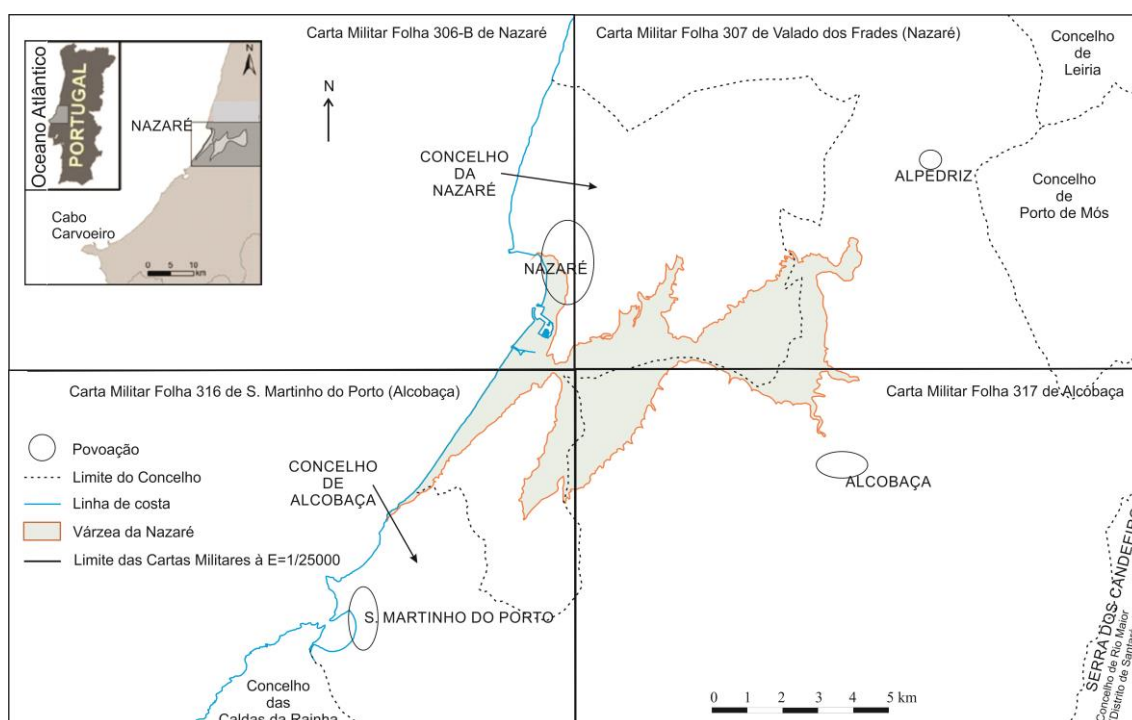


Figura 2.1 – Localização da Várzea da Nazaré nos concelhos de Nazaré e de Alcobaça, do distrito de Leiria, respectivas Cartas Militares à escala 1/25000

A área em estudo abrange parte das três freguesias do concelho de Nazaré: Nazaré, Valado dos Frades e Famalicão, e parte das freguesias do concelho de Alcobaça: Coz, Alpedriz e Montes, Maiorga, Alcobaça e Vestiária, Bárrio e Cela. (Lei n.º 11-A/2013 de 28 de Janeiro). (**Fig. 2.2**)

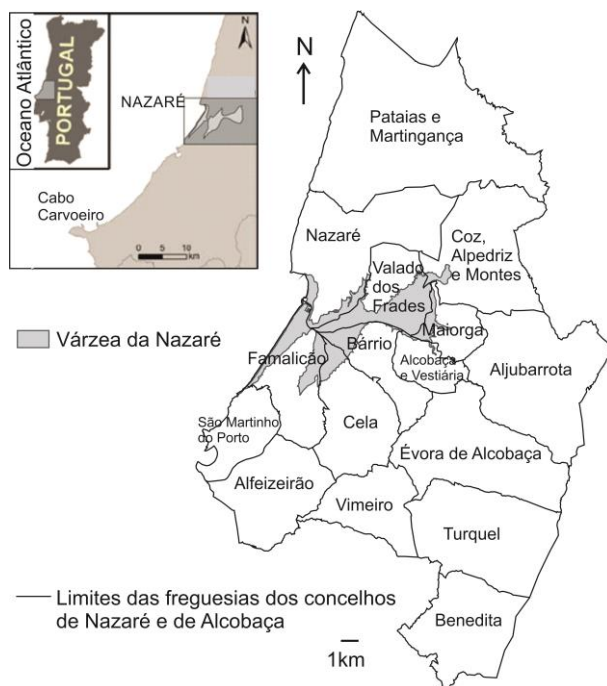


Figura 2.2 – Localização da Várzea da Nazaré no contexto das freguesias do concelho de Nazaré e de Alcobaça. (Adaptado de CAOP, 2014)

A economia da área de estudo consiste principalmente na agro-pecuária, turismo e indústrias (cerâmica, vidro, alimentar). (Sites das Câmaras Municipais de Nazaré e de Alcobaça, 09/12/2014). (**Fig. 2.3**)

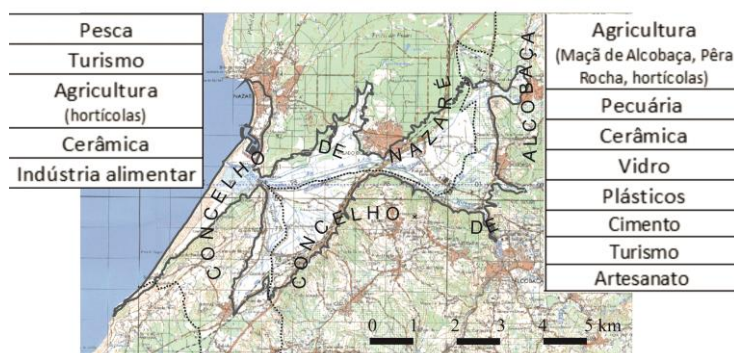


Figura 2.3 – Economia principal dos concelhos de Nazaré e de Alcobaça

Os resíduos industriais são encaminhados para: a VALORSUL, uma estação de transferência em S. Bartolomeu, seis estações de tratamento de águas residuais (ETAR), quatro localizadas na área de estudo: a ETAR da Nazaré, a ETAR da Pataias/Alpedriz, a ETAR de Fervença e a ETAR de S. Martinho do Porto, e dez estações de tratamento de águas (ETA) (sete na área de estudo). (Caroça, 2015^a). (**Fig. 2.4**)

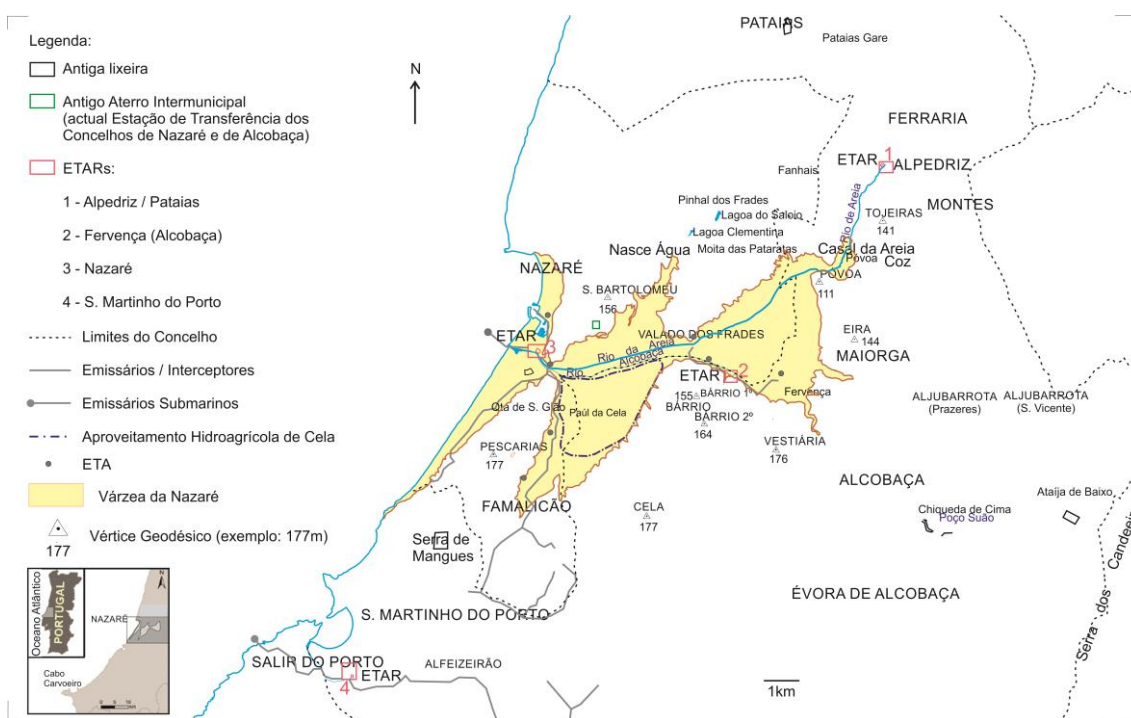


Figura 2.4 – Localizações das ETARs e seus emissários, das ETAs, das antigas lixeiras e da estação de transferência no Concelho da Nazaré e parte de Alcobaça, tendo como base a Carta Militar de Portugal de Alcobaça, à escala 1/50000, folha 26-1, do Instituto Geográfico do Exército, 1.ª Edição, 2006. (Elaborado com base na informação obtida da Empresa Águas do Oeste, S.A.)

Os resíduos associados ao ciclo urbano da água (ETA e ETAR): águas residuais e lamas, e a valorização da lama em composto são produtos extremamente perigosos devido à presença de microorganismos patogénicos, metais pesados e poluentes orgânicos. Pode originar várias doenças, tais como: tuberculose, cancro, hepatite, malária, malformações no feto, entre muito outras, provocando a morte. (Caroça, 2013^d, 2015^a). Segundo informação oral, as águas residuais são usadas para rega, porque as ETARs despejam para o rio de Areia e de Alcobaça. As lamas e o composto não são aplicados na Várzea da Nazaré.

Relativamente à gestão de recursos hídricos, a própria várzea é um exemplo de plano de gestão de recursos hídricos (PGRH) – uma obra hidroagrícola iniciada pelos Monges da Ordem de Cister, cujas poucas linhas de água existentes foram abertas para rega agrícola, assorearam os pântanos e impediram a entrada de água do mar com a introdução de portas de maré na zona de estrangulamento em Carrasqueira. Utilizavam a água do rio de Areia para rega e a excedente seguia para os rios Alcobaça e S. Vicente. (Barbosa e Moreira, 2006; Tavares, 2000). Desde 1940, existe o aproveitamento hidroagrícola de Cela, o qual se encontra a cargo da Associação dos Beneficiários de Cela por contrato de concessão de «utilização privativa do domínio público hídrico», realizado entre a Administração dos Recursos Hídricos (ARH) Tejo e a Direcção Geral da Agricultura e Desenvolvimento Rural, em 2011, com a duração de 20 anos. Consiste no desvio por gravidade de um determinado volume de água do rio Alcobaça, através de comportas e valas cimentadas, ou não, dirigindo-se para os canais Norte e Sul, e destes para outros secundários até à parcela a regar. Por fim, a água excedente é conduzida pelas valas de drenagem até à estação elevatória onde é bombeada e introduzida no rio Alcobaça, que desagua no mar. (Caroça, 2012^g, 2013^b e 2015^a).

2.1.1 – Clima

A Várzea da Nazaré, pela sua localização geográfica, apresenta um clima com temperaturas médias de Inverno entre 8 e 15°C, e de Verão entre 15 e 23°C, e precipitação média total no Inverno entre 50 e 200 mm, e no Verão entre 0 e 80 mm. Os anos da elaboração da presente tese: 2011, 2012 e 2013, foram considerados, no geral, como secos e quentes. (Site do Instituto Português do Mar e da Atmosfera, 24/12/2014).

A análise climática da área em estudo, devido a não existirem dados meteorológicos no Instituto Meteorológico, baseou-se nos dados colhidos nas quatro estações meteorológicas da Associação dos Agricultores de Alcobaça: Alfeizeirão (4 m de altitude), Cela (106 m), Maiorga (5 m) e Montes (129 m). (Fig. 2.5)



Figura 2.5 – Localização das estações meteorológicas da Associação dos Agricultores de Alcobaça

A recolha de dados sobre a radiação solar (W/m^2), a precipitação (mm), a velocidade média do vento (m/s) e a temperatura média do ar ($^{\circ}C$) iniciou-se a partir do mês de Dezembro de 2007, com algumas lacunas por avarias no equipamento. Apenas serão apresentados os dados disponíveis referentes ao período de estudo: Janeiro de 2011 a Fevereiro de 2013. (**Quadro 2.I**)

Quadro 2.I – Médias máximas e mínimas atingidas em cada estação meteorológica

Ano	Factores		Alfeizeirão	Cela	Maiorga	Montes
2011	Radiação solar mensal média	máximo	Março (134,1 W/m)	Junho (207,2 W/m)	Agosto (214,2 W/m)	Junho (171,2 W/m)
		mínimo	Dezembro (42,7 W/m)	Dezembro (35,1 W/m)	Dezembro (78,3 W/m)	Dezembro (56,7 W/m)
	Precipitação mensal média	máximo	Novembro (149,4 mm)	Novembro (220,2 mm)	Novembro (124,2 mm)	Novembro (302,4 mm)
		mínimo	Março, Maio, Junho, Julho, Agosto, Setembro, Outubro (0 mm)	Junho (1,0 mm)	Junho (0,8 mm)	Junho (9,0 mm)
	Velocidade média do vento	máximo	Fevereiro (1,49 m/s)	Fevereiro (1,90 m/s)	Fevereiro (0,89 m/s)	Fevereiro (2,66 m/s)
		mínimo	Dezembro (0,60 m/s)	Dezembro (0,89 m/s)	Maio (0,23 m/s)	Dezembro (0,95 m/s)
	Temperatura média do ar	máximo	Agosto (18,7°C)	Agosto (18,9°C)	Agosto (19,1°C)	Agosto (19,2°C)
		mínimo	Dezembro (9,9°C)	Janeiro (10,1°C)	Dezembro (9,1°C)	Janeiro (7,1°C)
2012	Radiação solar mensal média	máximo	Abril (98,9 W/m)	Maio (150,4 W/m)	Agosto (234,6 W/m)	Maio (150,6 W/m)
		mínimo	Janeiro (34,4 W/m)	Dezembro (26,9 W/m)	Dezembro (63,7 W/m)	Janeiro (72,7 W/m)
	Precipitação mensal média	máximo	Janeiro (25,8 mm)	Abril (92,8 mm)	Novembro (85,4 mm)	Maio (134,4 mm)
		mínimo	Julho (0 mm)	Julho (1,0 mm)	Julho (0,4 mm)	Fevereiro (3,8 mm)
	Velocidade média do vento	máximo	Abril (1,74m/s)	Abril (2,13 m/s)	Abril (0,78 m/s)	Abril (1,90 m/s)
		mínimo	Agosto (0,50 m/s)	Janeiro (0,72 m/s)	Junho (0,03 m/s)	Janeiro (0,80 m/s)
	Temperatura média do ar	máximo	Agosto (19,5°C)	Setembro (19,8°C)	Agosto (19,4°C)	Agosto (19,4°C)
		mínimo	Fevereiro (6,9°C)	Fevereiro (8,1°C)	Fevereiro (6,4°C)	Fevereiro (8,9°C)

Verifica-se que a estação meteorológica de Maiorga apresenta maiores valores de radiação solar e a de Montes maiores valores de precipitação mensal média, comparando com as restantes. Em relação ao factor velocidade média do vento, em 2011 o valor mais elevado ocorreu na estação de Montes e em 2012 na estação de Cela. A temperatura média do ar foi máxima no mês de Agosto em todas as estações, com valores entre 19 e 20°C, aproximadamente, excepto na estação de Cela onde se verificou o valor máximo em Setembro de 2012.

Em seguida, ilustra-se (**Fig. 2.6**) a variação da precipitação mensal média dos anos de 2011 e 2012.

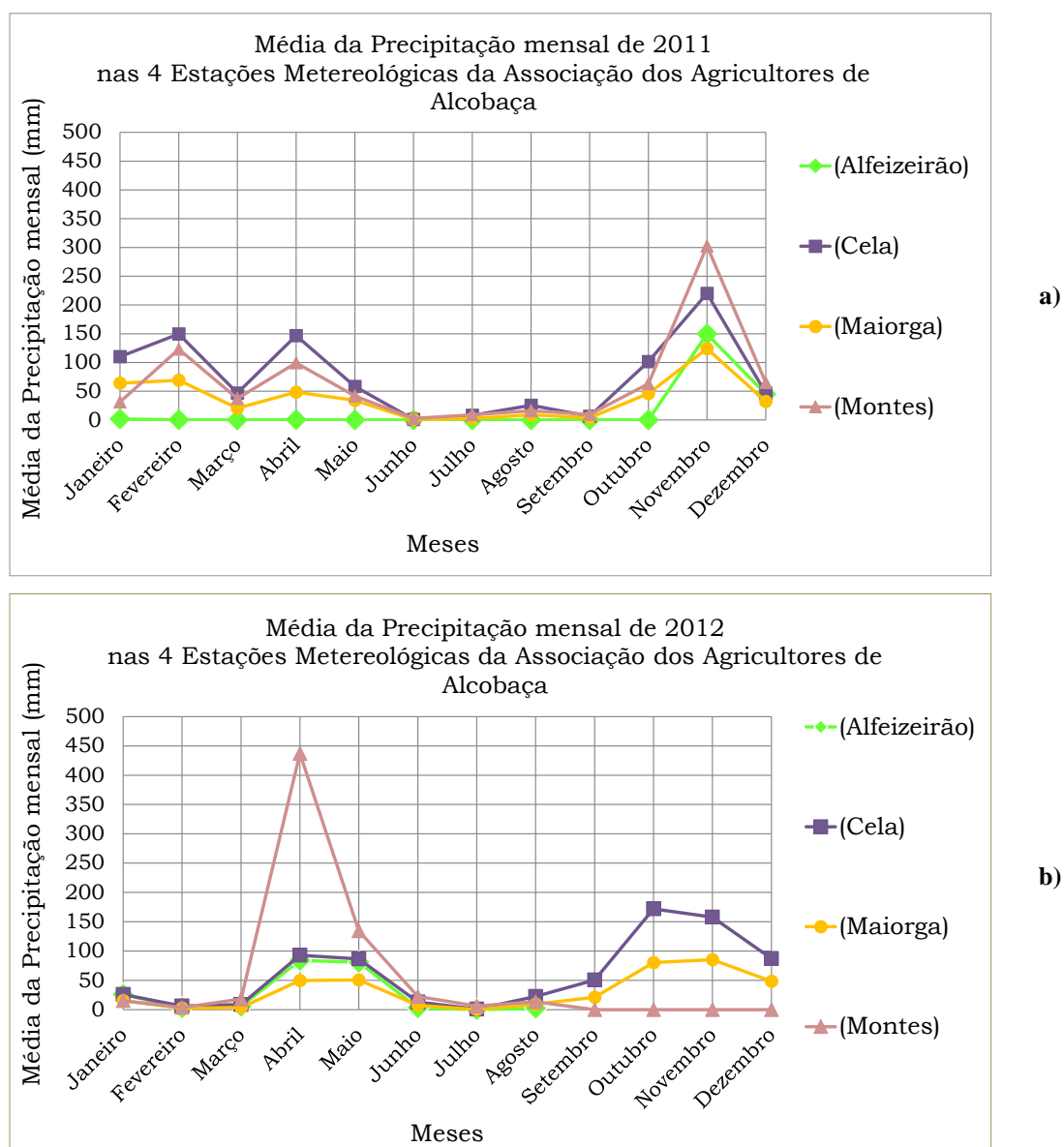


Figura 2.6 – Variação da precipitação mensal ao longo do ano 2011 (a) e do ano 2012 (b)

2.2 – Enquadramento geomorfológico

A Várzea da Nazaré é uma planície (altitudes abaixo dos 13 m) que se estende desde o litoral, a sul da Nazaré, até cerca de 8 km para o interior, Maiorga. É delimitada a sul e oeste por vertentes de declive acentuado e a norte por vertentes suaves cujo limite é pouco nítido. Apresenta um traçado recortado por dois estrangulamentos rochosos, um em Valado dos Frades e outro na Carrasqueira, dividindo a várzea em três sectores distintos do ponto de vista geomorfológico: litoral (Nazaré – Quinta de S. Gião – Salgado), intermédio (Carrasqueira – Famalicão – Valado de Frades) e interno (Valado de Frades – Póvoa – Fervença). (**Fig. 2.7**)

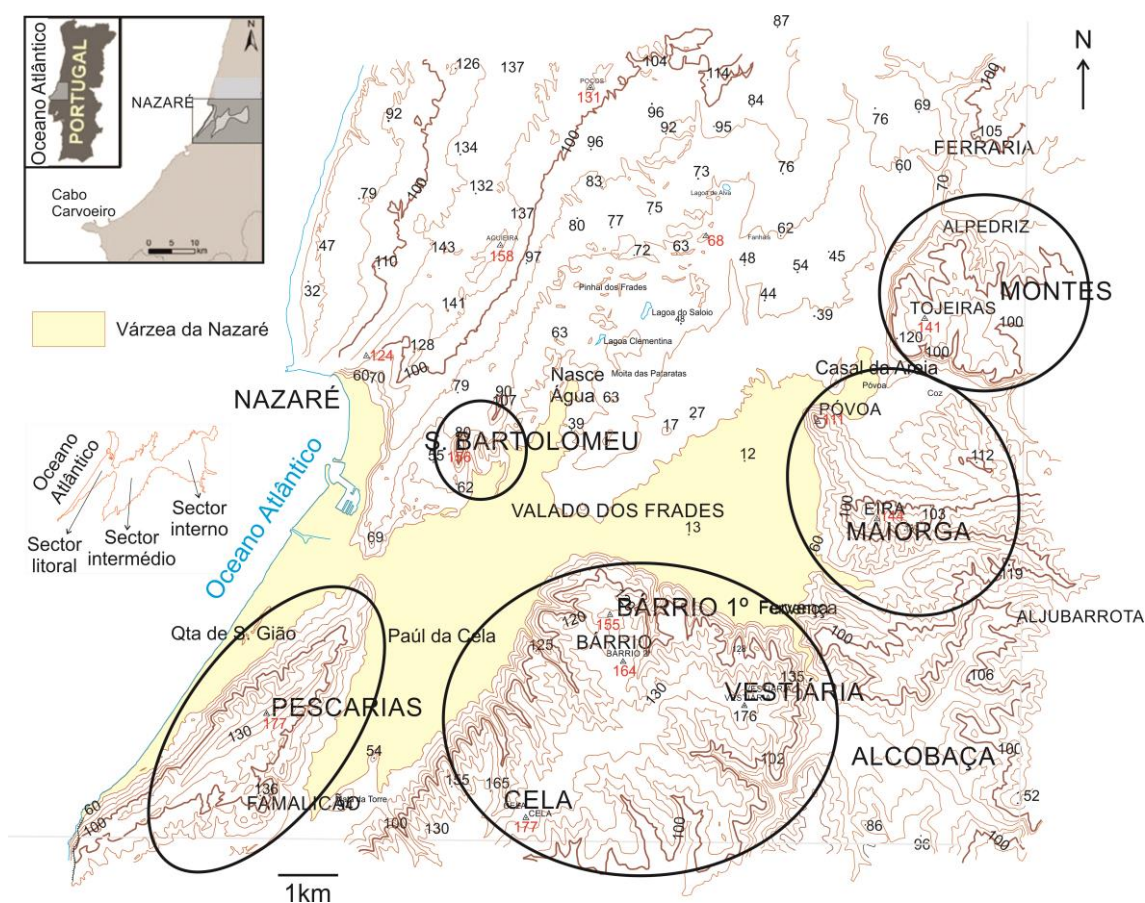


Figura 2.7 – Várzea da Nazaré e relevos circundantes. Curvas de nível, pontos cotados e vértices geodésicos da área em estudo desenhados a partir da Carta Militar de Portugal de Alcobaca, à escala 1/50000, folha 26-1, do Instituto Geográfico do Exército, 1.ª Edição, 2006

A **figura 2.7** destaca vários relevos circunscritos a rodear a várzea:

– O relevo alongado, de orientação NE-SW, paralelo ao litoral, corresponde à Serra da Pescaria, limita a leste o sector litoral da Várzea da Nazaré e a oeste o seu sector intermédio e estende-se a sul do estrangulamento da Carrasqueira. A Serra da Pescaria constitui um relevo do tipo mesa estreito subhorizontal a 130 m de altitude média, culminando, a 177 m no vértice geodésico de Pescarias. As vertentes são ligeiramente dissimétricas, apresentando pequenas rechãs

a 120 e 130 m, principalmente na vertente leste. As inclinações das vertentes variam entre 7°, a leste, e 17° a oeste, aproximadamente, e encontram-se recortadas por pequenas linhas de água. O topo sub-horizontal apresenta-se bem conservado. O relevo Carrasqueira a Nazaré apresenta uma superfície de aplanção com cotas, aumentando para norte desde 69 m até 83 m. As vertentes são dissimétricas, sendo subverticais a oeste e suaves a leste.

– O relevo Monte de São Bartolomeu, situado entre Nazaré e Valado de Frades, apresenta uma forma alongada (N-S) culminando à cota de 156 m (vértice geodésico de S. Bartolomeu). As suas vertentes são praticamente simétricas, com inclinação de cerca de 29° para oeste e para este. O Monte de São Bartolomeu não apresenta linhas de água, trata-se de um relevo de dureza constituído por doleritos e rochas afins.

– O relevo Montes apresenta as suas vertentes sul e oeste alongadas, respectivamente de orientação E-W e NE-SW, topo levemente plano e inclinado para oeste, com algumas rechãs e atingindo a cota de 141 m (vértice geodésico de Tojeiras).

– O relevo Maiorga apresenta vários topos circunscritos, por exemplo: em Póvoa, de forma quase circular que culmina à cota de 111 m (vértice geodésico de Póvoa); em Eira, de forma alongada irregular com orientação E-W que culmina à cota de 144 m (vértice geodésico de Culmeira). A sua vertente oeste alonga-se segundo a orientação N-S.

– O relevo Bárrio-Vestiária-Cela encontra-se a sul da Várzea, com uma forma quase arredondada, atingindo cotas máximas de 164 m (vértice geodésico de Bárrio), 176 m (vértice geodésico de Vestiária) e 177 m (vértice geodésico de Cela). A sua vertente ocidental alonga-se no sentido NE-SW.

2.2.1 – Rede de drenagem

No geral, a maioria das linhas de água da rede hidrográfica da bacia do rio de Alcobaça apresenta-se pouco hierarquizada [Ordem 4 Strahler (Rice, 1982)] e de pequena dimensão (inferior a 1500 m). Os vales são geralmente encaixados com canais de traçado pouco sinuoso a rectilíneo, frequentemente perpendiculares ao traçado geral das vertentes que limitam a Várzea. As principais linhas de água são os rios de Areia, do Meio, de Alcobaça e de S. Vicente; todos confluem uns nos outros, acabando por desaguar no rio Alcobaça e este, por sua vez, no mar. A rede hidrográfica apresenta um padrão de drenagem do tipo dendrítico. (**Fig. 2.8**)

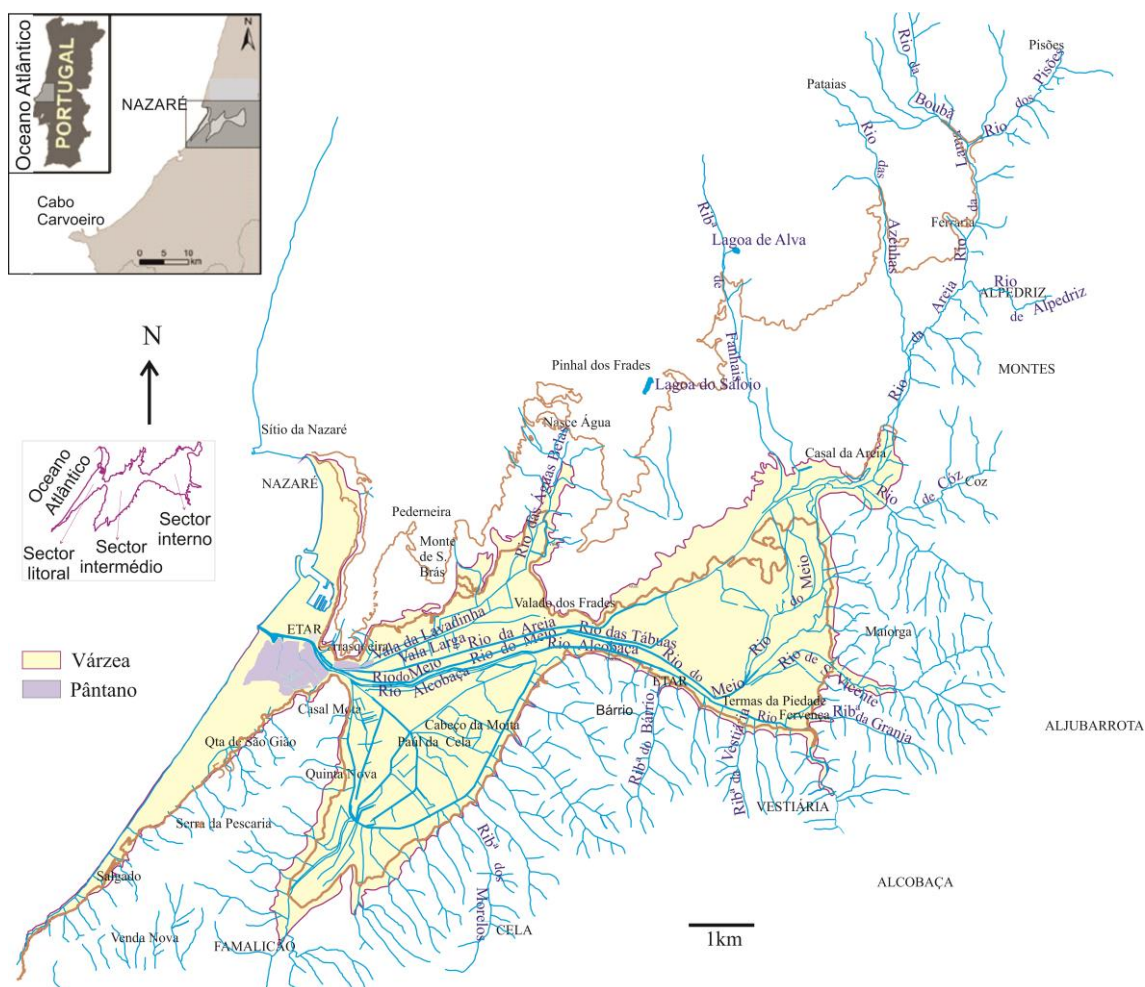


Figura 2.8 – Linhas de água representadas nas quatro Cartas Militares de Portugal, à escala 1/25000. (I.G.E. 2003 – 2004)

A densidade de drenagem é superior nas regiões sul e oeste da Várzea da Nazaré, onde entalham em formações carbonatadas, que a norte, em formações detríticas, onde as linhas de águas são mais extensas e em menor número.

A rede de drenagem no litoral é caracterizada por linhas de água rectilíneas encaixadas ou pouco encaixadas.

Os relevos Montes, Maiorga e Bárrio-Vestiária-Cela apresentam-se entalhados por vales quase rectilíneos, bem encaixados, sendo a maioria resultante das linhas de água afluentes de outras principais, como por exemplo: rio Alcobaça, rio de Areia e rio de S. Vicente. A norte da Várzea, os vales das linhas de água são raros e pouco encaixados.

Na várzea, os vales não são encaixados e apresentam um traçado quase rectilíneo, segundo as orientações N-S, NE-SW e W-E, condicionado não só pelo relevo e pela tectónica, mas principalmente pela intervenção humana. Desde a presença dos monges da Ordem de Cister que se têm reperfilado e desviado os rios de Areia, do Meio e de Alcobaça, e aberto novos canais artificiais. Estes novos canais encontram-se nas Cartas Militares de Portugal referenciados como linhas de água, como exemplo, o rio das Tábuas.

2.3 – Enquadramento geológico

A Várzea da Nazaré localiza-se na Orla ou Bacia Ocidental (Lusitaniana – unidade morfo-estrutural da Península Ibérica), a oeste da zona de cisalhamento Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo [orientação NNW-SSE e cinemática desligamento direito (Kullberg *et al.*, 2013)] e insere-se entre o sector norte (localizado a norte da falha da Nazaré) e central (localizado entre as falhas da Nazaré e do Estuário do Tejo) da Bacia Lusitaniana, abrangendo a parte norte do diapiro salino das Caldas da Rainha. (Kullberg, 2000). (Fig. 2.9)



Figura 2.9 – Localização da Várzea da Nazaré (rectângulo de contorno a tracejado), do diapiro das Caldas da Rainha (CR), dos limites da Orla Ocidental e da Bacia Lusitaniana e das falhas que delimitam sectores com evoluções tectono-sedimentares distintas. (Adaptado de Cabral *et al.*, 2003; Moniz e Cabral, 2014; Kullberg, 2000; Almeida *et al.*, 2000)

«A Bacia Lusitaniana é uma bacia sedimentar que se desenvolveu na Margem Ocidental Ibérica (MOI) durante parte do Mesozóico», «a sua dinâmica enquadra-se no contexto da fragmentação da Pangeia, mais especificamente da abertura do Atlântico Norte» (Triásico superior). «Caracteriza-se como uma bacia distensiva, pertencente a uma margem continental do tipo atlântico de *rift* não vulcânica.» (Kullberg *et al.*, 2000). Encontra-se separada de uma zona externa por um relevo estrutural, o *horst* da Berlenga.

Kullberg (2000 e 2013) propõe o desenvolvimento da Bacia Lusitaniana repartido por quatro episódios de *rifting*, que descreverei sumariamente, documentando os vestígios na área de estudo – a Várzea da Nazaré.

Desde o Triásico superior até ao Jurássico superior (1.º episódio de *rifting*), na área em estudo, formaram-se os complexos evaporíticos denominados por Grupo dos «Grés de Silves» e por Formação de Dagorda. Observam-se esporadicamente entre a falha e as aluviões da várzea, por exemplo, na zona de

Fervença. No final do 1.º episódio de *rifting* forma-se uma descontinuidade sedimentar originada pelo final de colmatagem e início de rápido aprofundamento da Bacia Lusitaniana. (Fig. 2.10)

Durante o Jurássico inferior e médio (2.º episódio de *rifting*), surgiram várias falhas com direcção N-S e NNE-SSW observadas no Casal do Mota, em Ferraria e no contacto discordante entre o Hetangiano (simbologia J¹_{ab}) e o Lusitaniano (simbologia J³_b), de idade Jurássica. Neste 2.º episódio de *rifting* deposita-se uma sequência de calcários cinzentos por vezes bioturbados e margas, ambos fossilíferos, denominada por Formação de Montejunto, que se observa na área em estudo, junto às Termas da Piedade e no contacto com o complexo Hetangiano designado por «Margas e Calcários de Dagorda». (Fig. 2.10)

Durante o Jurássico superior (3.º episódio de *rifting*), a bacia é alimentada por enormes acarreios de sedimentos siliclásticos provenientes dos seus bordos, dando origem, na zona em estudo, à Formação de Alcobaça, caracterizada por alternância de margas mais ou menos arenosas e calcários detríticos, margas e arenitos fossilíferos. (Fig. 2.10)

No Cretácico inferior (4.º episódio de *rifting*), caracterizado pela actividade magmática, ascensão diapírica e subidas e descidas rápidas do nível do mar, apenas se observam na área em estudo as chaminés de S. Bartolomeu, de Famalicão e de Casalinho, e vários filões (Valado de Frades, S. Bartolomeu, Lagoa de Clementina, Nazaré) gerados durante o 2.º episódio magmático (130-135M.a.). (Fig. 2.10)

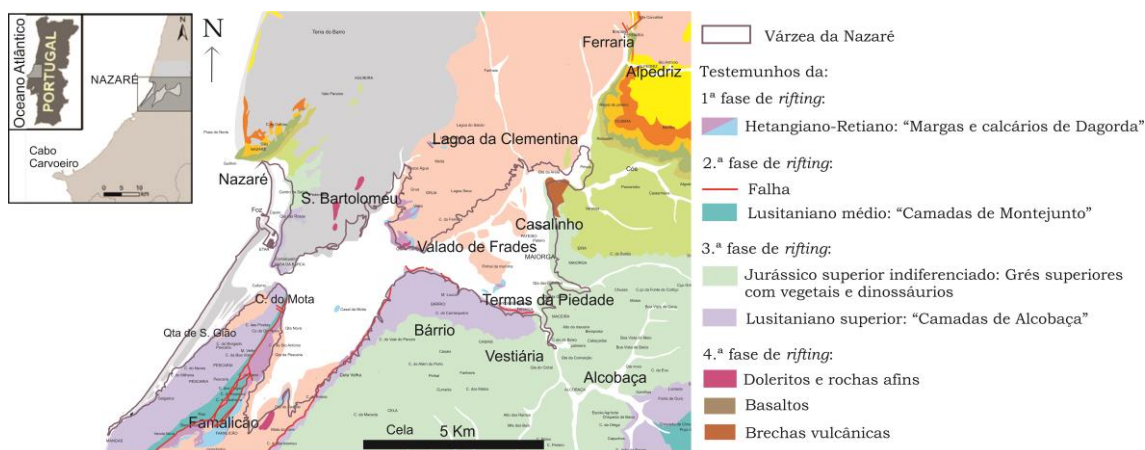


Figura 2.10 – Localização dos testemunhos das quatro fases de *rifting* sugeridas por Kullberg (2000 e 2013) na Várzea da Nazaré (várzea e área envolvente)

Durante o Cretácico superior (fase pós-*rift*) e até à actualidade, a Bacia Lusitaniana sofreu transgressões e regressões (Cabral 1993) com formação de alternância de material greso-conglomerático de natureza aluvial e de carbonatos. (Freitas *et al.*, 2010; Henriques *et al.*, 2010).

Em seguida, ilustra-se a evolução paleoambiental da Várzea da Nazaré desde a segunda metade do Holocénico, pós 5800 cal BP (calibrada *before present*) até à actualidade. (Fig. 2.11)

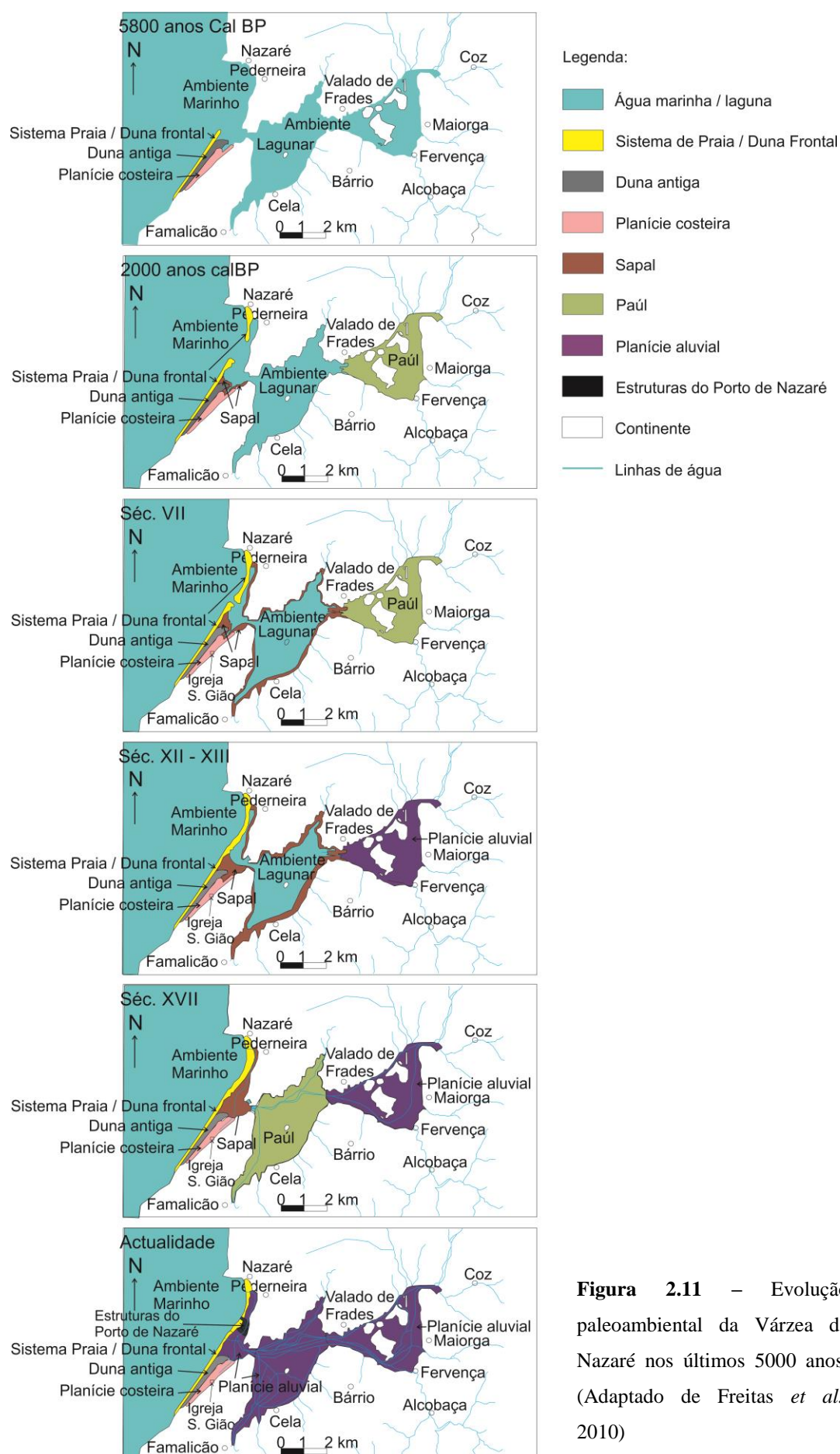


Figura 2.11 – Evolução paleoambiental da Várzea da Nazaré nos últimos 5000 anos. (Adaptado de Freitas *et al.*, 2010)

2.3.1 – Estratigrafia

A descrição da estratigrafia baseou-se na Notícia Explicativa da Carta Geológica 26-B de Alcobaça à escala 1:50000 (**Fig. 2.12 e Quadro 2.II**).

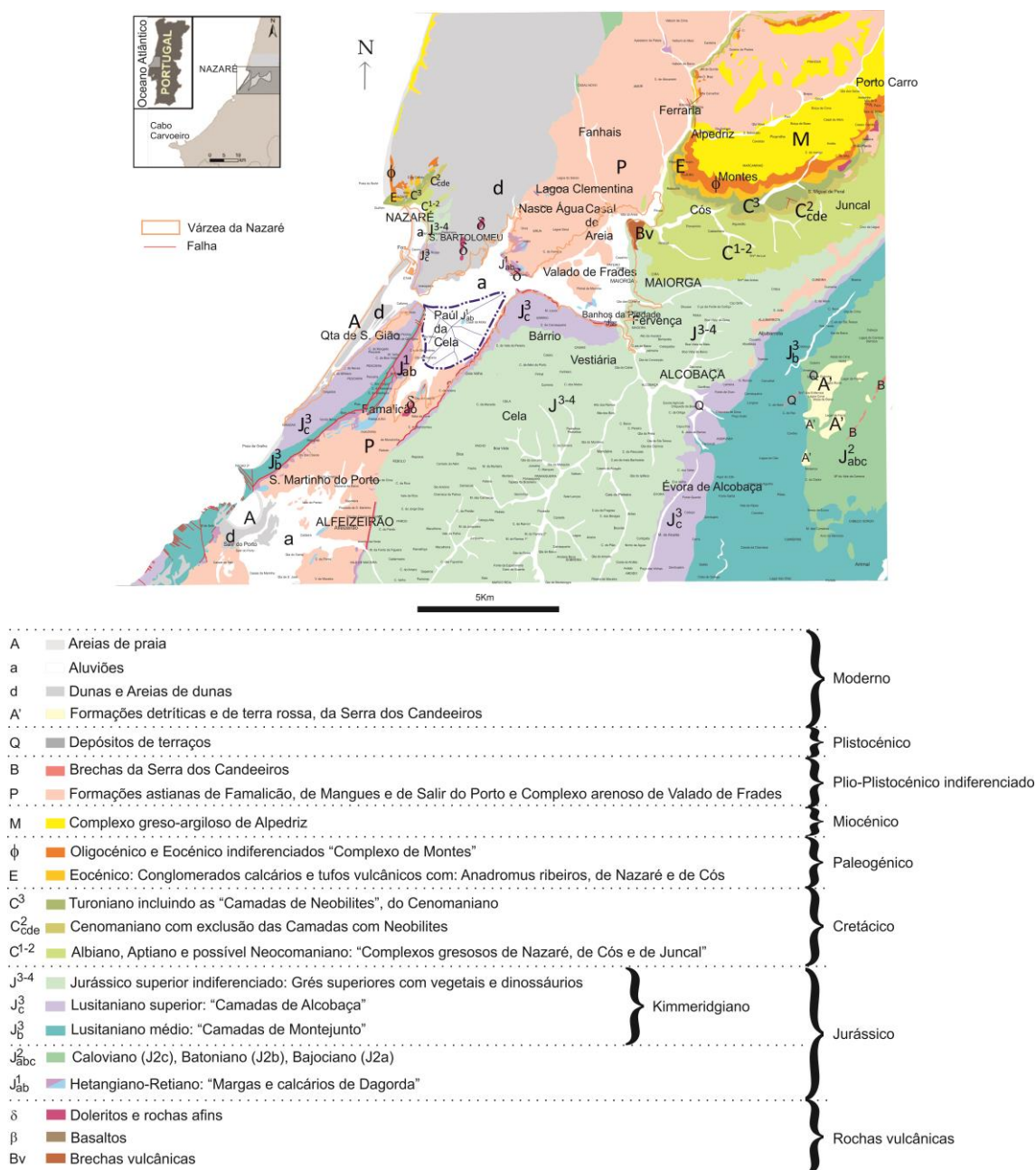


Figura 2.12 – Geologia da Várzea da Nazaré. Extracto da Carta Geológica, Folha 26B – Alcobaça, à escala 1/50000

Quadro 2.II – Estratigrafia da Várzea da Nazaré e sua envolvente. (Adaptado da Notícia Explicativa da Carta Geológica 26-B de Alcobaça à Escala 1/50000)

Idade	Formações	Simbologia na carta	Breve descrição
Quaternário	Aluviões	a	Principalmente areias de diferentes granulometrias.
	Dunas e areias de dunas	d	
	Areias de praia	A	
Plistocénico	Depósitos de terraços	Q	Areias com calhaus rolados.
Plio-Plistocénico	Formações Astianas de Famalicão, de Mangues e de Salir do Porto e «Complexo arenoso de Valado dos Frades»	P	Complexo predominantemente arenoso, amarelo e avermelhado, com alguns seixos e, por vezes, alternando com bancadas finas (cerca de 30 cm) de um calcário gresoso e de conglomerados.
Miocénico	«Complexo gresoso-argiloso de Alpedriz»	M	Complexo gresoso, por vezes grosseiro ou conglomerático, com grãos de quartzito mal rolados, pequenos seixos irregulares e angulosos, de 3 a 4 cm de diâmetro.
Paleogénico	Oligocénico e Eocénico indiferenciado: «Complexo de Montes»	φ	Formação de tonalidade cor-de-rosa constituída por argilas e conglomerados com elementos siliciosos, apresentando uma fácies comparável à do «Complexo de Benfica».
	Eocénico: Conglomerados calcários e tufo vulcânicos com <i>Anadromus ribeiroi</i> , de Nazaré e de Cós	E	Complexos de conglomerados calcários e de argilas vermelhas com intercalações de tufo basáltico que assentam, em discordância, sobre as formações do Cretácico. Em Cós: calhaus rolados de calcários de diferente tonalidade misturados com alguns grãos de quartzo e de limonite, num cimento vermelho, ora muito resistente, ora margoso e sem consistência.
Cretácico	Turoniano (incluindo as «Camadas com Neolobites» do Cenomaniano)	C ³	Predominantemente calcários.
	Cenomaniano (com exclusão das «camadas com Neobolites»)	C ² _{cde}	Calcários.
	Albiano, Aptiano e possível Neocemiano – «Complexos gresosos de Nazaré e de Cós – Juncal»	C ¹⁻²	Complexo detrítico semelhante ao dos «Grés de Torres Vedras» e dos «Grés de Almargem».
Jurássico	Jurássico superior indiferenciado: «Grés superior com vegetais e dinossáurios»	J ³⁻⁴	Complexo de grés e de argilas de diversas cores (acinzentadas, azuladas, arroxeadas, avermelhadas, amareladas, etc). Onde não se encontram microfósseis marinhos. Na parte superior, são frequentes as intercalações conglomeráticas.
	Lusitaniano superior «Camadas de Alcobaça» atribuídas inicialmente ao Lusitaniano (Choffat, 1887) e mais tarde incluídas nas «Camadas com <i>Lima pseudo-alternicosta</i> » (Choffat, 1905)	J ³ _c	«Camadas de Alcobaça» – calcários mais ou menos margosos, por vezes oolíticos ou pisolíticos, por margas com intercalações corácicas e gresosas, e na parte superior, por um maior desenvolvimento de grés. No flanco oriental do Vale Tifónico, as «Camadas de Alcobaça» surgem numa faixa estreita e descontínua, sobre o Hetangiano no Bário, contornando o diapiro e desaparecendo a S de Fervença sob os «Grés superiores».
	Lusitaniano médio: «Camadas de Montejunto»	J ³ _b	«Camadas de Montejunto» – calcários e margo-calcários para NE e para SW: intercalação de margas e de grés que dão origem às séries detríticas gradualmente espessas e, nalguns casos, mais grosseiros, passando os níveis calcários a apresentarem-se de forma lenticular.
	Caloviano, Batoniano e Bajociano	J ² _{abc}	Difícil de individualizar. Presença de formações recifais em parte dolomitizadas.
	Hetangiano – Retiano: «Margas e Calcários de Dagorda»	J ¹ _{ab}	Margas salíferas e gipsíferas, margas mais ou menos gresosas, de cores predominantemente avermelhadas, acinzentadas e esverdeadas, calcários margosos e dolomitos.

De forma a ter uma ideia da estratigrafia em profundidade, procurou-se na bibliografia e nos arquivos das ex-Administrações de Recursos Hídricos (agora Agência Portuguesa do Ambiente), sondagens com localização e próximo da várzea. Apenas se descobriram as seguintes, localizadas no mapa da **figura 2.13**.

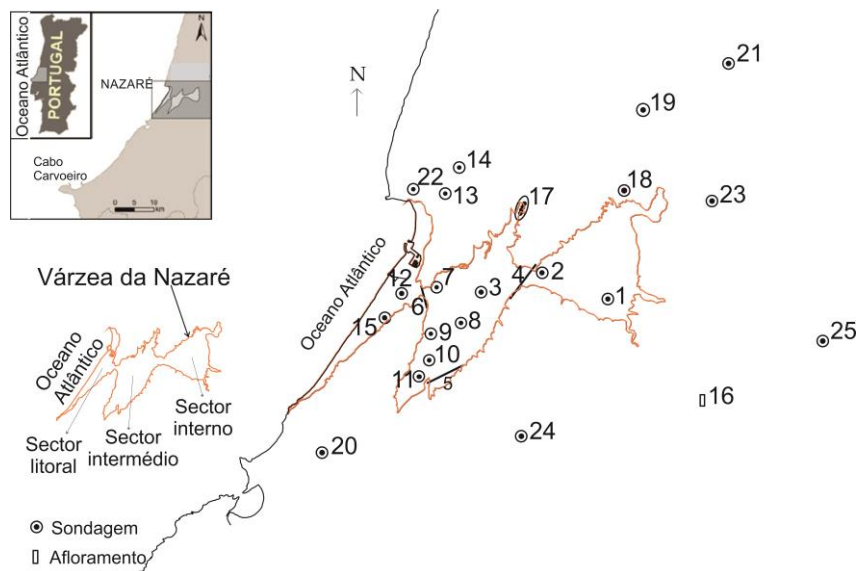


Figura 2.13 – Localização das sondagens obtidas na consulta bibliográfica

Em seguida, transcrevem-se as informações obtidas dessas sondagens, pela ordem das formações mais recentes às mais antigas.

2.3.1.1 – Aluviões do Quaternário

Nas aluviões do Quaternário, localizadas sobretudo no interior da várzea, foram realizados vários estudos, especialmente no sector intermédio, os quais se passa a descrever:

– As sondagens 1, 2 e 3 (**fig. 2.13**) realizadas por Vera Lopes (2013), (ref.^a NZS1, NZS2 e NZS3), apresentam uma estratigrafia semelhante de alternância de sedimentos arenosos e vasosos (argila e silte). Segundo Lopes (2013), as sondagens (1, 2 e 3) analisadas permitiram chegar à conclusão que existem três grandes unidades litoestratigráficas diacrónicas, do topo para a base:

– Unidade III Fluvial Recente – desde a superfície até cerca de 3 m de profundidade é constituída por materiais turfosos, indicando uma mudança do ambiente para terrestre, e por uma alternância de sedimentos vasosos e arenosos que representa a frente de propagação dos terrenos aluvionares sobre o antigo espaço lagunar, depositados após o término da Unidade Diacrónica II até à actualidade;

– Unidade II Marinho Lagunar – desde cerca de 3 m até cerca de 18 m de profundidade é constituída por sedimentos finos, vasas arenosas e areias finas com fragmentos de conchas, sugerindo ambiente marinho/lagunar entre cerca de 9000 Cal BP (*calibrate before present*) até cerca de 2000 Cal BP para a sondagem 3, cerca de 4000 Cal BP para a sondagem 2 e cerca de 5000 Cal BP para a sondagem 1;

– Unidade I Fluvial Plistocénica – desde cerca de 18 m até cerca de 25 m de profundidade é constituída essencialmente por material arenoso, desde fino a grosseiro, de ambiente fluvial e depositado até cerca de 9000 Cal BP.

– As sondagens 4, 5 e 6 (**fig. 2.13**) não são sondagens, são perfis executados por Henriques e Dinis (2006), (ref.^a C-C', B-B' e A-A'), os quais revelam alternância de lodos e areias de diferentes granulometrias sobre o Jurássico. A espessura e a continuidade lateral dos lodos e areias é muito variável, podendo atingir entre cerca de 10 m e 30 m de profundidade, e existirem locais com maior predominância de lodos e outros de areias.

– A sondagem 7 (**fig. 2.13**), segundo consulta no arquivo da ex-ARH de Lisboa, (ref.^a 316-104), foi finalizada em 24/01/1987, localiza-se à cota de cerca de 12 m, apresenta um nível de água de cerca de 1 m (NHE=1m), tubos ralos localizados entre 53 a 62 m, e a seguinte sequência litológica:

0 – 22 m	argila encarniçada arenosa
22 – 53 m	argila encarniçada menos arenosa
53 – 62 m	argila encarniçada com areia média a muita mica branca

– A sondagem 8 (**fig. 2.13**), segundo Direcção Geral de Minas e Serviços Geológicos (DGMSG, 1967), (ref.^a FM6 Cela), «atravessou um complexo de lodos e areias modernas, entrando no complexo pliocénico. Entre 32,38 m e 33,00 m foi encontrada uma camada de argila com restos lignitosos, sobreposta a uma série pliocénica com fauna marinha. O substrato infraliásico foi atingido aos 67,35 m». As margas gipsíferas foram detectadas a partir dos 137 m de profundidade. (Zbyszewski, 1959)

– A sondagem 9 (**fig. 2.13**), segundo a consulta no arquivo da ex-ARH de Lisboa, (ref.^a 316-102), foi finalizada em 22/05/1987, localiza-se à cota de cerca de 10 m, apresenta NHE = 11 m, tubos ralos localizados entre 20 e 68 m e a seguinte sequência litológica:

0 – 9 m	areia fina amarelada argilosa
9 – 12 m	argila lodosa escura com concreções amareladas
12 – 70 m	silte amarelado ligeiramente argiloso com mica branca

– A sondagem 10 (**fig. 2.13**), segundo DGMSG (1967), (ref.^a 9), localiza-se «na extremidade sul do Paúl da Cela», apresenta uma profundidade de 105 m e não atinge o substrato do Infralias (Jurássico). A série sedimentar consiste numa alternância de lodos, areias médias a grosseiras e de argilas. Entre 59,20 m até 62,70 m, encontram-se duas pequenas camadas de lignito com espessura total de cerca de 2,60 m. A água é detectada nas camadas situadas nos 23 m e nos 33 m, constituídas por areias brancas, por vezes amareladas ou acinzentadas, entre camadas de argilas lignitosas.

– A sondagem 11 (**fig. 2.13**), segundo DGMSG (1967), (ref.^a 10), localiza-se «a cerca de 250 m NNW da Quinta do Castelo, ou seja a SW do furo anterior», com uma profundidade de 95,50 m, atravessa uma série sedimentar mais ou menos semelhante à da sondagem 10, e também não atinge o substrato Infraliásico. Não se encontra lignito, mas apenas areias e argilas carbonosas negras, por vezes com fragmentos de vegetais incarbonizados. As camadas que dão água encontram-se entre 56 e 61 m e entre 67 e 73 m de profundidade.

2.3.1.2 – Dunas e areias de dunas do Quaternário

As sondagens encontradas na formação de dunas e areias de dunas do Quaternário foram:

– A sondagem 12 (**fig. 2.13**), segundo Freitas *et al.* (2010), (ref.^a NZ S4), localiza-se à cota de cerca de 1,89 m, com uma profundidade de cerca de 18,25 m, é constituída essencialmente por sedimentos grosseiros (cascalheira, areão e areia limpos) e interpretada como de planície aluvial.

– A sondagem 13 (**fig. 2.13**), segundo consulta no arquivo da ex-ARH de Lisboa (ref.^a 307-130), foi finalizada em 09/08/1999, localiza-se à cota de 105 m, apresenta NHE = 40 m, tubos ralos localizados entre 62 e 75 m e a seguinte sequência litológica:

0 – 16 m	areia
16 – 19 m	grado
19 – 30 m	argila
30 – 35 m	areia
35 – 49 m	argila e grado
49 – 64 m	argila
64 – 73 m	areia
73 – 80 m	cascão

– A sondagem 14 (**fig. 2.13**), segundo consulta no arquivo da ex-ARH de Lisboa, (ref.^a 307-147), foi finalizada em 14/11/2003, localiza-se à cota de 140 m, trata-se de um furo artesiano, com tubos ralos localizados entre 90 a 95 m, 105 a 110 m, 120 a 125 m e a seguinte sequência litológica:

0 – 5 m	areia
5 – 120 m	calcário
120 – 130 m	areia
130 – 150 m	calcário

2.3.1.3 – Areias de praia do Quaternário

As areias de praia do Quaternário situam-se no litoral da várzea.

A sondagem 15 (**fig. 2.13**), realizada por Freitas *et al.* (2010), (ref.^a NZS5), localiza-se à cota de cerca de 8,39 m, apresenta uma profundidade de cerca de 16 m e cascalheiras, areão e areias limpas, interpretada como sendo de planície costeira.

2.3.1.4 – Plistocénico

O Plistocénico é caracterizado por restos de terraços (depósitos de areias com calhaus rolados), de extensão reduzida, sendo observado apenas no vale do rio Alcôa, a oeste de Chiqueda de Baixo (assinalado com o número 16, na **figura 2.13**). (França e Zbyszewski, 1963)

2.3.1.5 – Plio-Plistocénico

As sondagens encontradas na formação do Plio-Plistocénico foram:

– A sondagem 17 (**fig. 2.13**) representa um conjunto de quatro furos de captação que, segundo, o DGMSG (1967), (ref.^a JK1, JK2, JK3 e JK4), se localizam «a NW de Valado dos Frades, no bordo ocidental do vale tifónico». O furo JK1, com 40 m de profundidade, apresenta areias pliocénicas com algumas intercalações cascalhentas, sem lignitos, e não atinge o substrato liásico. O furo JK2, com 30 m de profundidade, atravessa um complexo de areias finas do Pliocénico até aos 19,70 m de profundidade, onde atinge o Infralias. Entre os 13 e os 14 m encontra-se uma camada de areia com turfa. O furo JK3, de profundidade cerca de 20 m, atravessa uma série de areias finas pliocénicas até aos 20 m, onde atinge o Infralias. À profundidade compreendida entre 17,90 m e 19,65 m, encontra-se uma camada de areia fina negra com turfa intercalada com duas camadas finas de areias com seixos e calhaus. O furo JK4, com cerca de 27 m de profundidade, atravessa um complexo arenoso sem qualquer indício de lignito e não atinge o Infralias.

– A sondagem 18 (**fig. 2.13**), segundo consulta no arquivo da ex-ARH de Lisboa, (ref.^a 307/138), foi finalizada em 02/09/2002, localiza-se à cota de cerca de 26 m, apresenta NHE = 10 m, tubos ralos localizados entre 48 e 60 m e a seguinte sequência litológica:

0 – 6 m	areia fina
6 – 12 m	areia fina
12 – 18 m	barro amarelo
18 – 24 m	barro amarelo
24 – 30 m	barro mais areia média
30 – 36 m	areia média mais barro
36 – 42 m	seixo
42 – 48 m	seixo mais areia grossa
48 – 54 m	areia grossa
54 – 60 m	areia grossa

– A sondagem 19 (**fig. 2.13**), retirada de Carvalho (2013), (ref.^a ALJ1) apresenta a seguinte descrição sintética:

SONDAGEM ALJUBARROTA 1 (ALJ1)			
Profundidade (m)	Cronoestratigrafia	Formação	Descrição
0 - 73	Pliocénico		Areias siliciosas castanhas e siltes.
73 - 2478	Hetangiano	Dagorda	Argilitos vermelhos e cinzentos alternantes com arenitos, dolomitos calcários, halite, anidrite e raros calcários micríticos.
2478 - 2562	Triásico sup.	Silves	Argilitos alternantes com arenitos finos a grosseiros e siltes avermelhados. Níveis de anidrite e gesso raros.
2562 - 2686	Paleozóico	«Soco»	Rochas metamórficas.

– A sondagem 20 (**fig. 2.13**), segundo consulta na Câmara Municipal de Alcobaça no «relatório final – fase II sobre a delimitação de perímetros de protecção de captações de água subterrânea para abastecimento público de Vale Paraíso e Alfeizeirão, de 2007», (ref.^a RA14), localiza-se à cota de cerca de 29 m, apresenta NHE = 16,28 m, tubos ralos entre 78,6 e 95,5 m, entre 95,6 e 106,6 m e entre 108,6 e 116,6 m, com a seguinte sequência litológica:

0 – 14 m	alternância de argila e areia fina
14 – 123 m	sequência essencialmente arenosa

2.3.1.6 – Miocénico

A sondagem 21 (**fig. 2.13**), localizada na formação miocénica, segundo consulta na ex-ARH das Caldas da Rainha, (ref.^a ARHT/GOE/8245-09/R/TU), foi finalizada em 25/11/2009, localiza-se à cota de cerca de 112 m, apresenta NHE = 14 m, tubos ralos de ranhura contínua em PVC entre 111 m e 141 m e a seguinte sequência litológica:

0 – 1 m	terra vegetal
1 – 80 m	complexo silto-argiloso de cor cinzenta com laivos avermelhados para a base e com aumentos da fracção siltosa a partir dos 30 m
80 – 95 m	areia de grão médio com matriz, por vezes argilosa de cor avermelhada
95 – 118 m	calcário esbranquiçado e, por vezes fracturado
118 – 134 m	areia siliciosa de grão médio com níveis de argila vermelha
134 – 141 m	calcário amarelo-esbranquiçado

2.3.1.7 – Paleogénico

No Paleogénico, apenas se encontrou uma sondagem na formação do Eocénico.

A sondagem 22 (**fig. 2.13**), localizada na formação do Eocénico (E), segundo consulta na ex-ARH de Lisboa, (ref.^a 306-B-2), à cota de cerca de 65 m, finalizada em 26/06/1996, apresenta NHE = 51 m, tubos ralos localizados entre 51 a 64 m e a seguinte sequência litológica:

0 – 6 m	areia muito fina branca
6 – 51 m	argila vermelha
51 – 64 m	grés com calcário esbranquiçado
64 – 100 m	calcário branco

2.3.1.8 – Cretácico

A sondagem 23 (**fig. 2.13**), localizada na formação do Cretácico (C¹⁻²), segundo consulta na Câmara Municipal de Alcobaça no seu «estudo hidrogeológico de perímetros de protecção às captações de abastecimento público no concelho de Alcobaça, 2004», (ref.^a RA2 - Cós), finalizada em Janeiro de 2003, apresenta artesianismo, ralos entre 106 e 112 m, entre 122 e 126 m, entre 134 e 136 m, entre 152 e 158 m, entre 164 e 166 m, entre 170 e 172 m, entre 178 e 182 m, entre 186 e 190 m e entre 194 e 196 m, com uma sequência litológica de alternância entre argilas e grés até à profundidade do furo de captação de cerca de 212 m.

2.3.1.9 – Jurássico

A sondagem 24 (**fig. 2.13**), localizada na formação Jurássico superior indiferenciado, «grés superior com vegetais e dinossáurios» (J³⁻⁴), segundo consulta na Câmara Municipal de Alcobaça no seu «estudo hidrogeológico de perímetros de protecção às captações de abastecimento público no concelho de

Alcobaça, 2005», (ref.^a JK7 - Junceira), finalizada em 1993, apresenta artesianismo, tubos ralos entre 72 e 75 m, entre 87 e 90 m, entre 99 e 102 m, entre 108 e 111 m, entre 117 e 120 m, entre 129 e 132 m, 135 e 138 m, 147 e 150 m, 153 e 156 m e entre 165 e 171m, e até à profundidade de 176 m capta a seguinte sequência litológica: margas, grés e calcários.

A sondagem 25 (**fig. 2.13**), localizada na formação Lusitaniano médio «Camadas de Montejunto» (J^3_b), retirada de Carvalho (2013), (ref.^a ALJ2), apresenta a seguinte descrição sintética:

SONDAGEM ALJUBARROTA 2 (ALJ2)			
Profundidade (m)	Cronoestratigrafia	Formação	Descrição
0 - 229	Oxfordiano méd.-sup.	Cabeços/Montejunto	Calcários micríticos de cor creme clara, localmente oolíticos. Para a base apresentam carácter pelóide e níveis calcareníticos com 5% grãos de quartzo.
229 - 1110	Bajociano - Caloviano	Candeeiros	Calcários pelóidicos e oolíticos de cor creme.
1110 - 1730	Sinemuriano sup. - Aaleniano	Brenha	Calcários micríticos argilosos de cor cinzenta escura esverdeada.
1730 - 2760		Brenha	Calcários micríticos de cores claras muito ricos em foraminíferos e elevada porosidade. A partir dos 2500 m os calcários adquirem carácter argiloso.
2760 - 2898	Sinemuriano inf.	Coimbra	Dolomitos e calcários dolomíticos cinzentos esverdeados escuros. Intercalações de argilas vermelhas e de anidrite.
2898 - 3027	Hetangiano	Dagorda	Argilas siltíticas vermelhas com intercalações de níveis siltíticos e anidriticos.
3027 - 3616	Triásico sup.	Silves	Siltitos e arenitos vermelhos, localmente conglomeráticos com calhaus de rochas metamórficas. Intercalações de calcários micríticos ricos em matéria orgânica. Anidrite disseminada.

2.3.2 – Tectónica

A Carta Geológica 26-B de Alcobaça, à escala 1/50000, apresenta três acidentes principais:

- o vale tifónico de orientação NE-SW que se estende entre Pataias, Valado dos Frades, Famalicão, S. Martinho do Porto e Alfeizeirão, ladeado por afloramentos do Jurássico e preenchido por depósitos pliocénicos, aluviais e subaéreos recentes (na **figura 2.14** assinalada com (1));
- o anticlinal da Serra dos Candeeiros (na **figura 2.14** assinalada com (2)) e, consequentemente, o sinclinal entre este e o vale tifónico, onde se observam as formações do Jurássico superior (J^{3-4} , na Carta geológica 26B de Alcobaça, à escala 1/50000);
- o sinclinal de Alpedriz-Porto Carro (na **figura 2.14** assinalada com (3)), limitado por afloramentos do Cretácico e na parte central por formações Cenozóicas. (França e Zbyszewski, 1963). (**Fig. 2.14**)

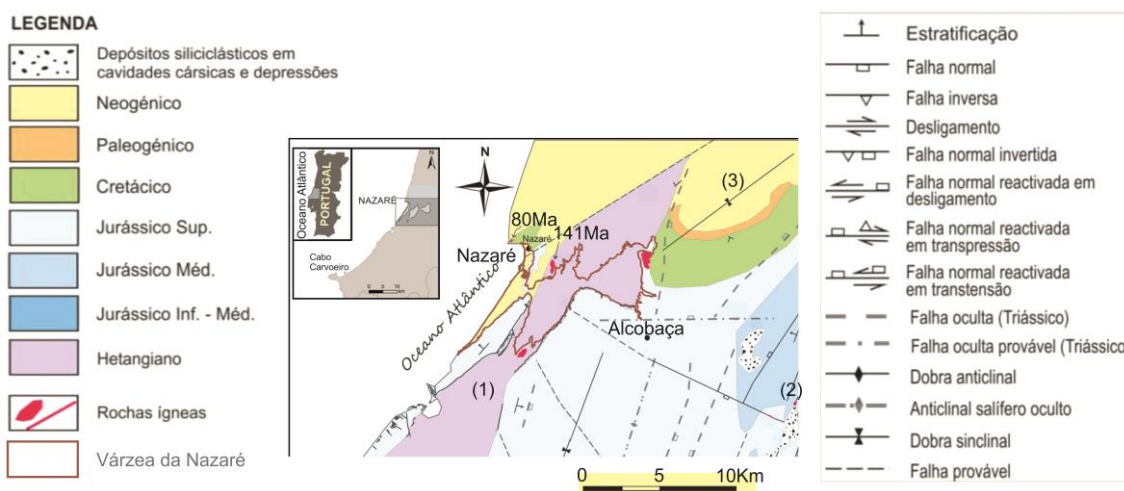


Figura 2.14 – Mapa estrutural da Folha 26-B – Alcobaça. (Adaptado de Carvalho, 2013)

A várzea (assinalada na **figura 2.14**) localiza-se, principalmente, no Vale Tifónico que se estende entre Pataias, Valado de Frades, Famalicão, São Martinho do Porto e Alfeizeirão.

O Vale tifónico é limitado por falhas onde ascende um complexo salino (material plástico e menos denso que o encaixante; por exemplo as «margas e calcários de Dagorda» constituídas por margas salíferas e gipsíferas, margas mais ou menos gresosas, de cores predominantemente avermelhadas, acinzentadas e esverdeadas, calcários margosos e dolomitos), originando um doma, que mais tarde foi erodido e se tornou um depósito de sedimentos recentes. (Zbyszewski, 1959; França, J. & Zbyszewski, G., 1963). As falhas que interceptaram espessuras consideráveis na Formação de Dagorda geraram estruturas diapíricas. Por exemplo, ao longo da falha das Caldas da Rainha, instalaram-se de sul para norte, os diapiros: Santa Cruz, Vimeiro, Bolhos e Caldas da Rainha. (Kullberg *et al.*, 2013). Os diapiros existentes na orla ocidental (Vale Tifónico das Caldas da Rainha) condicionam «a ocorrência de um conjunto de nascentes termais com características hidrogeoquímicas diferenciadas, mas que têm em comum a influência das rochas evaporíticas na sua mineralização». (Dep. Geologia / FCUL, 1990).

No local em estudo observam-se, através da Carta Geológica, 26-B de Alcobaça, à escala 1:50000, falhas (**Fig. 2.10**) a definirem o contacto discordante entre o Hetangiano (simbologia J^1_{ab}) e o Lusitaniano (simbologia J^3_b), de idade Jurássica (**Fig. 2.12**). Na Várzea da Nazaré encontram-se várias nascentes de águas termais, uma das quais muito conhecida, a das Termas da Piedade. A **figura 2.15** ilustra os Diagramas de Stiff Modificados das análises efectuadas à nascente das Termas da Piedade em 1989 e em 2012, e no furo, das mesmas Termas, em 2012, e também as das outras águas termais ao longo da falha das Caldas da Rainha, referidas no parágrafo anterior.

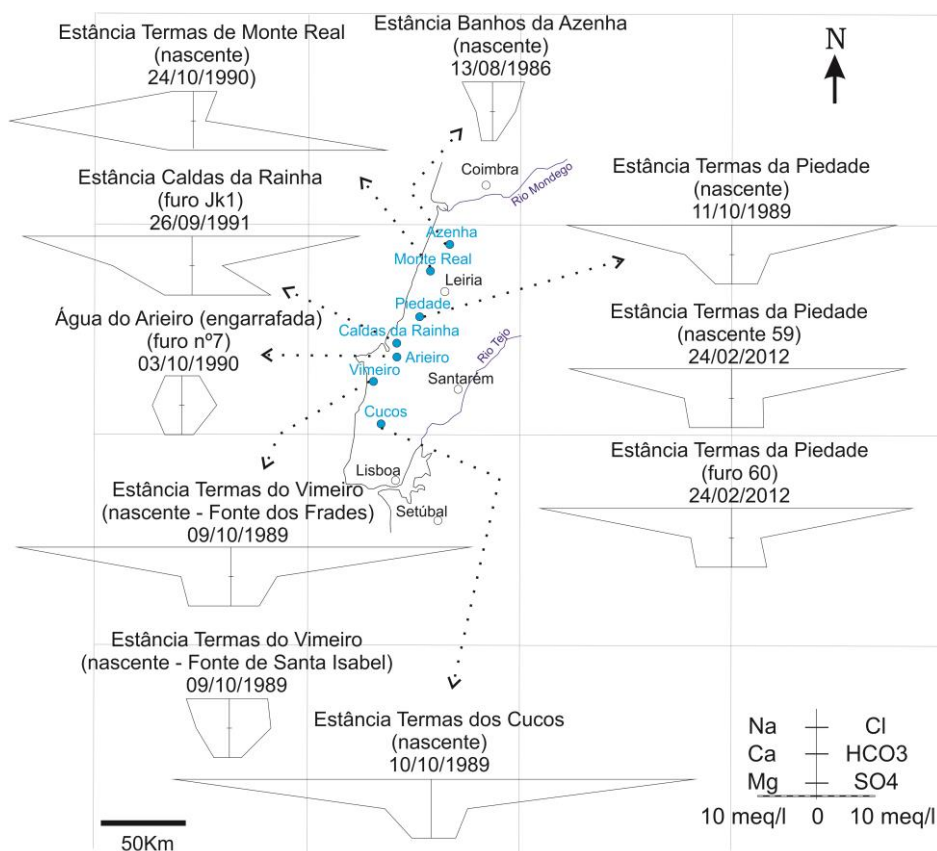


Figura 2.15 – Classificação química das Águas Termais (Diagramas de Stiff Modificados) ao longo da falha das Caldas da Rainha. (Adaptado de Portugal – DGGM, 1992 e dados de campo)

Na área de estudo (**Fig. 2.10**) existem outras falhas com direcções dominantes NW-SE e quase N-S, observadas no Casal do Mota e em Ferraria. Em Ferraria, a estas duas falhas associam-se duas nascentes (devido à sua proximidade, apenas se analisou, em Ferraria, a amostra de água 21).

A falha de Nazaré não é observada na Várzea da Nazaré.

2.4 – Enquadramento hidrogeológico

A Várzea da Nazaré, de acordo com o DL n.º 117/2015 de 23 de Junho (alteração do DL n.º 347/2007 de 19 de Outubro), passou a localizar-se na Região Hidrográfica (RH) com o código RH5, designada por Tejo e Ribeiras do Oeste, na Bacia do Rio Alcobaça, incluída na Bacia Hidrográfica «das ribeiras da costa localizadas entre o limite sul da bacia hidrográfica do rio Lis e o Cabo Raso e os respectivos espaços localizados entre estas bacias», e distribuídas por quatro massas de água «subterrâneas localizadas no interior do limite da bacia hidrográfica atrás identificada»:

- Caldas da Rainha - Nazaré (código de massa de água PTO33);
- Alpedriz (código de massa de água PTO19);
- Orla Ocidental Indiferenciada das Bacias das Ribeiras do Oeste (código de massa de água PTO04RH5);
- Maciço Calcário Estremenho (código de massa de água PTO20_C2).

Considera-se massa de água: aquífero, albufeira, ribeiro, rio ou canal, troço de ribeiro, águas de transição, faixa de águas costeiras (artigo 4.º, alíneas *nn* e *oo*, Lei n.º 58/2005 de 29 de Dezembro). Define-se região hidrográfica como o «espaço de terra e de mar constituído por uma ou mais bacias hidrográficas vizinhas e pelas águas subterrâneas e costeiras que lhes estão associadas» e bacia hidrográfica como o «espaço de terra e de mar terrestre na qual todas as águas fluem, através de uma sequência de ribeiros, rios e eventualmente lagos e lagoas para o mar, desembocando numa única foz, estuário ou delta». [DL n.º 112/2002 de 17 de Abril (aprovado o Plano Nacional da Água), cap. I, artigo 1.º, alíneas *vi* e *vii*]. (**Fig. 2.16**)

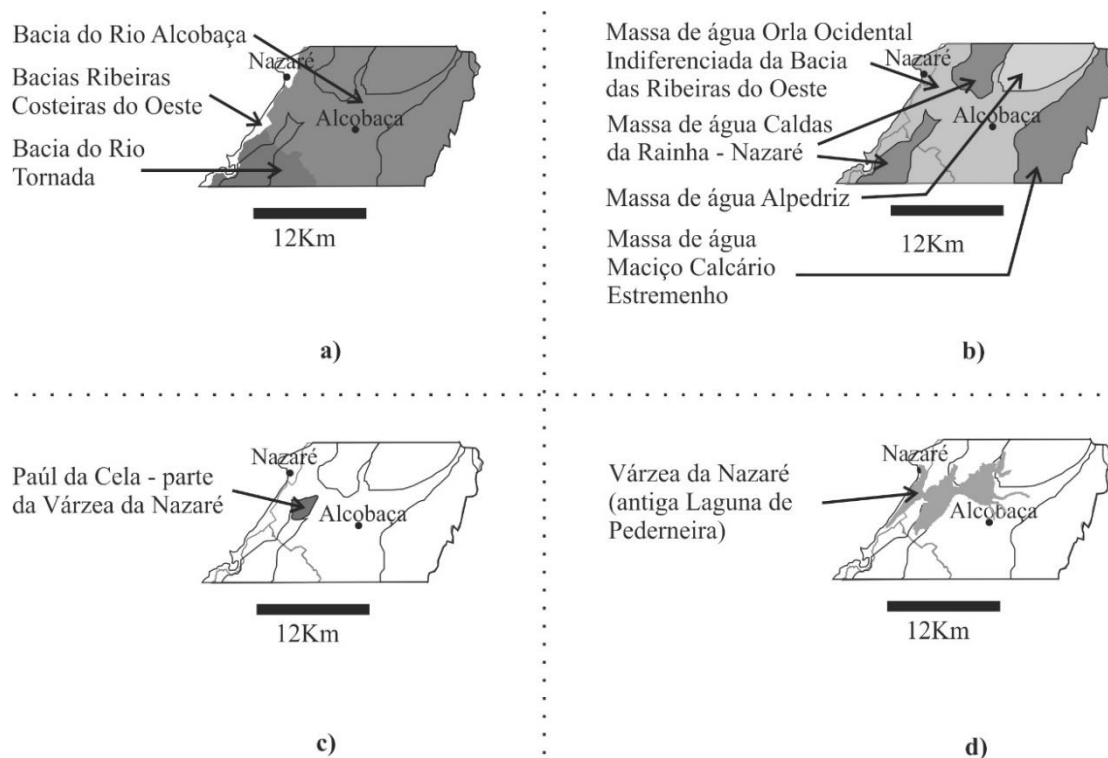


Figura 2.16 – Sector da RH5 da área de estudo com as bacias (a), as massas de água (b), Paúl da Cela (c) e a Várzea da Nazaré (antiga laguna de Pederneira) (d). (Adaptado dos mapas das fichas de diagnóstico da ARH Tejo 2011 e de Barbosa e Moreira, 2006)

A massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré é um aquífero do tipo multicamada, poroso, livre a confinado, onde as formações aquíferas dominantes são as areias marinhas fossilíferas e as areias continentais do Pliocénico superior. A massa de água Alpedriz é um sistema multicamada, confinado na sua maior extensão, sendo o complexo gresoso de Cós-Juncal do Cretácico inferior, e as formações carbonatadas do Cretácico superior as formações aquíferas dominantes. Capta, também, os depósitos do Eocénico-Oligocénico e do Miocénico. A massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada das Bacias das Ribeiras do Oeste «agrega todas as formações geológicas que não foram consideradas como sistemas aquíferos» e que apresentam um meio hidrogeológico poroso, fissurado e cársico, dominado por areias de dunas e de praia do Holocénico, por calcários e margas do Jurássico. As formações aquíferas dominantes na Orla Ocidental Indiferenciada das Bacias das Ribeiras do Oeste são: «(a) Lagoa de Óbidos: Complexo gresoso de Olhos Amarelos e Pousio da Galeota e Gansaria; (b) Pataias: Calcários do Dogger; (c) Vale de Lobos: Arenitos de Vale de Lobos (Cretácico inferior); (d) Pero Pinheiro: Camadas com Neolobites e Calcários com Rudistas (Cretácico superior); (e) Montejunto: Calcários do Batonian-Bajociano; Formações do Caloviano; Camadas de Montejunto; Camadas de Cabaços (Oxfordiano); Calcários de Ota e Monte Redondo; Calcários corálicos do Amaral; Camadas de Abadia (Kimmeridgiano)». (ARH Tejo de 2011, 2012).

Como já referido no subcapítulo **2.3.2**, associadas aos eixos estruturais, marcados pelas falhas de enraizamento profundo e de tectónica salífera, ocorrem numerosas nascentes de água mineral e termal. Na zona em estudo são conhecidas algumas ao longo do vale do Rio Alcobaça e junto a Fervença, na falha de orientação WNW-ESSE (limite este do vale tifónico das Caldas da Rainha) que só é visível quando o complexo margoso aflorante contacta com os calcários do Lusitaniano e/ou quando as «camadas de Alcobaça» contactam directamente com as aluviões (Figueira, 1982). Segundo França e Zbyszewski (1963), são as «nascentes da Fervença e dos Banhos da Piedade, estas últimas em número de cinco». No geral, são águas de composição cloretada sódica, bicarbonatada e sulfatada cálcica, bastante radioactivas pelo radão e emergentes a 27,5°C e 25,0°C (Almeida e Lourenço Silva, 1991; Figueira, 1982; França e Zbyszewski, 1963). Serviam, desde 1894 até 1997 (após detecção de águas contaminadas), para tratar doenças gastrointestinais, reumatismo e dermatoses (Acciaiuoli, 1947; http://www.aguas.ics.ul.pt/leiria_piedade.html; 24/12/2014). Actualmente as termas trabalham só com programas de turismo de saúde (hidroterapias e massagens), utilizando água corrente. A nascente denominada Fervença por França e Zbyszewski (1963) é uma bica de água conhecida pelo nome de Fonte da Pupa. Situa-se aproximadamente a 800 m para leste das Termas da Piedade, na falha que contacta as margas com as «Camadas de Alcobaça». (Fernández, 1982). (**Fig. 2.17**)



Figura 2.17 – Localização das águas analisadas nas Termas da Piedade e da Fonte da Pupa na Várzea da Nazaré. (Adaptado de Cabral, 1993; Figueira, 1982; Fernández, 1982; dados de campo)

Figueira e Fernández (1982) estudaram a evolução das águas dos «Banhos da Piedade» com base nas análises de Charles Lepierre, de 1927, de Acciaiuoli, de 1952, e com as que se realizaram em 1981. Verificaram que, de 1927 a 1981, as análises dos Banhos da Piedade revelaram: descida da temperatura da água de 27,5°C para 24,5°C e da concentração de potássio (K^+) de 45,1 mg/l para 5,2 mg/l; subida da concentração de cálcio (Ca^{2+}) de 114,6 mg/l para 144,0 mg/l, do anião hidrogenocarbonato (HCO_3^{2-}) de 360,2 mg/l para 395,0 mg/l e oscilação da concentração dos iões sulfato (SO_4^{2-}), sódio (Na^+), cloreto (Cl^-) e magnésio (Mg^{2+}). Também analisaram a água da Fonte da Pupa, que se revelou ser muito semelhante à analisada nos «Banhos da Piedade», embora apresentando concentrações ligeiramente inferiores. (Quadro 2.III)

O presente trabalho analisou três águas: duas das Termas da Piedade, a do furo recente e a da nascente sob a capela, e a terceira da nascente da Fonte da Pupa (Quadro 2.III). As análises revelaram serem águas cloretadas sódicas, brandas, hipertermais (entre 23 e 25°C), com uma composição química semelhante às analisadas pelos autores acima mencionados, diminuindo ligeiramente as concentrações dos iões de potássio e de hidrogenocarbonato, e aumentando muito o ião magnésio e ligeiramente os iões cloreto e sulfato. As análises efectuadas a estas amostras de água revelaram terem origem na dissolução de rochas diapíricas com ligeira mistura de água de rio e, de acordo com a classificação SAR (classificação para as águas destinadas à rega), apresentarem muito alta salinidade e muito alta concentração de sódio (C4-S4).

Quadro 2.III – Dados comuns às análises efectuadas nas águas da Piedade em diferentes anos.

(Adaptado de Figueira, 1982)

	Temperatura (°C)			
	Banhos da Piedade	Fonte da Pupa (amostra 64)	Furo Piedade (amostra 60)	Nascente sob Capela Piedade (amostra 59)
1927	27,50			
1938				
1952	26,70			
1981	24,50	26,50		
24/02/2012		25,30	26,90	25,20
25/07/2012		26,30		

	Cl ⁻ (mg/l)			HCO ₃ ⁻ (mg/l)			SO ₄ ²⁻ (mg/l)			NO ₃ ⁻ (mg/l)		
	Banhos da Piedade	Fonte da Pupa (amostra 64)	Furo Piedade (amostra 60)	Nascente sob Capela Piedade (amostra 59)	Banhos da Piedade	Fonte da Pupa (amostra 64)	Furo Piedade (amostra 60)	Nascente sob Capela Piedade (amostra 59)	Banhos da Piedade	Fonte da Pupa (amostra 64)	Furo Piedade (amostra 60)	Nascente sob Capela Piedade (amostra 59)
1927	1015,00				360,20				192,00			
1938												
1952	871,80				378,30				164,00			
1981	988,00	952,00			395,00	365,00			202,00			
24/02/2012		1026,66	1087,50	1047,52		299,22	305,05	327,06				
25/07/2012		735,04				297,60						

	Na ⁺ (mg/l)			Ca ²⁺ (mg/l)			Mg ²⁺ (mg/l)			K ⁺ (mg/l)		
	Banhos da Piedade	Fonte da Pupa (amostra 64)	Furo Piedade (amostra 60)	Nascente sob Capela Piedade (amostra 59)	Banhos da Piedade	Fonte da Pupa (amostra 64)	Furo Piedade (amostra 60)	Nascente sob Capela Piedade (amostra 59)	Banhos da Piedade	Fonte da Pupa (amostra 64)	Furo Piedade (amostra 60)	Nascente sob Capela Piedade (amostra 59)
1927	471,30				124,60				27,30			
1938												
1952	579,40				131,60				25,95			
1981	646,00	194,00			144,00	142,00			30,00	5,20		
24/02/2012		692,50	746,00	632,00		150,70	138,68	160,32	81,02	4,34	3,56	3,21
25/07/2012		945,00				84,17			43,40	22,30		

Capítulo 3

Metodologia

A metodologia proposta e utilizada para a elaboração da presente tese pode ser resumida no seguinte esquema: (**Fig. 3.1**)

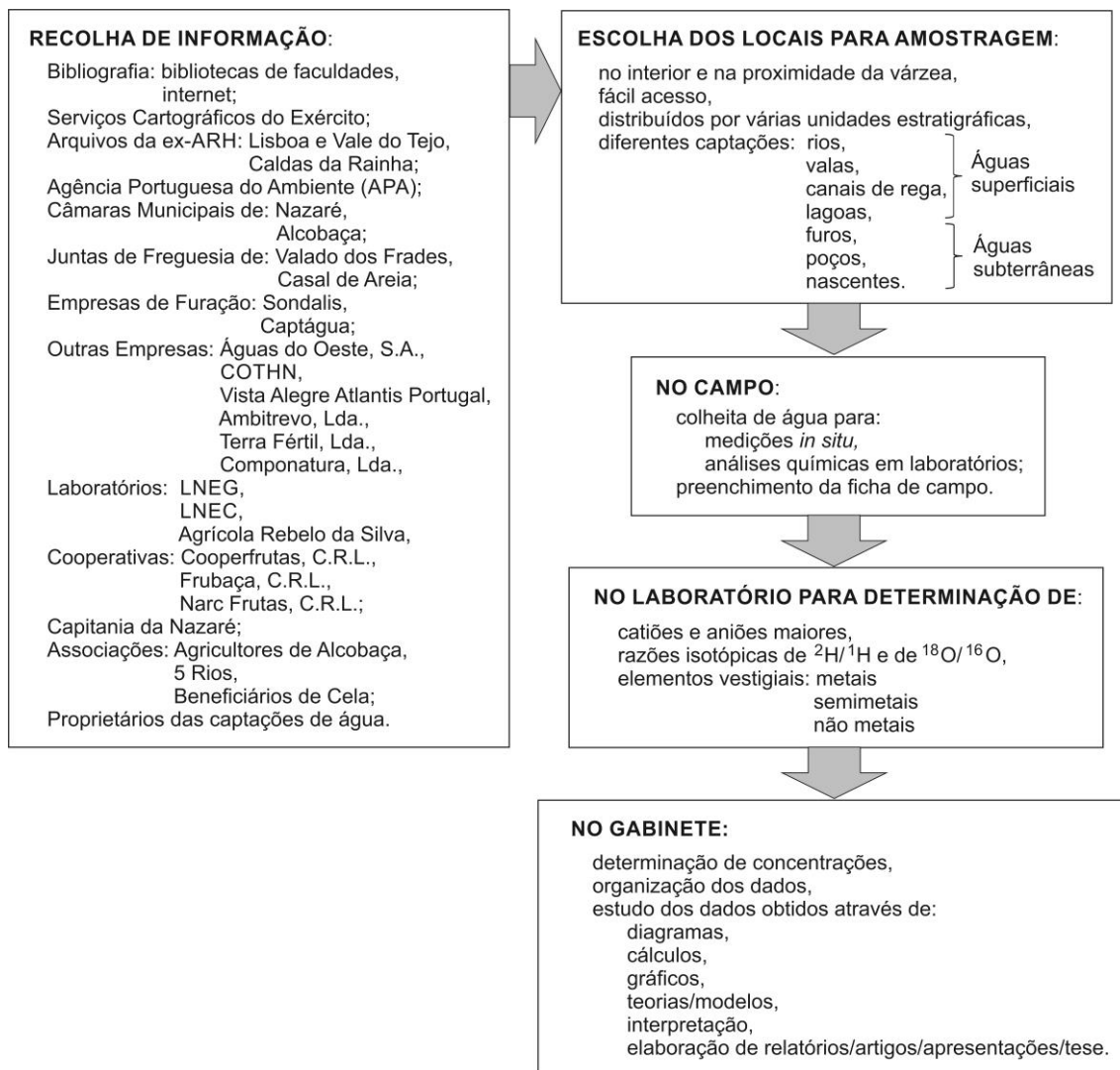


Figura 3.1 – Representação esquemática da metodologia utilizada

Em seguida far-se-á uma breve descrição para cada tópico do esquema da **figura 3.1**.

3.1 – Recolha de informação

A recolha de informação não permitiu obter dados relativos a trabalhos de hidrogeologia, relatórios geotécnicos e análises químicas na área de estudo. As razões dessa inexistência são várias. Destaco algumas:

- os relatórios entregues pelos proprietários e/ou empresas de perfuração nas antigas administrações de recursos hídricos [ex-ARH, actualmente pertencem à Agência Portuguesa do Ambiente (APA)] para o licenciamento da respectiva captação não foram encontrados;

- as ex-ARH, devido redução de pessoal e mudanças de instalações, têm perdido vária documentação, sobretudo a que menos lhes desperta interesse (ausência de hidrogeólogos nestas instituições);

- os relatórios exigidos por lei às empresas de perfuração, apesar de nos seus quadros constarem geólogos, não mencionaram/referem os vários aquíferos que penetram pela perfuração. Acresce a perda de dados antigos, que é por falência de empresas quer por mudança de instalações e localizações;

- as câmaras municipais e as juntas de freguesia não consideram relevante de terem conhecimento destes dados, apenas pretendem saber se é viável ou não o uso de determinado recurso hídrico;

- as cooperativas e as associações não possuem relatórios geotécnicos, possuem apenas algumas análises de águas utilizadas para rega dos proprietários, com excepção da Associação de 5 Rios e dos Beneficiários de Cela. As análises químicas efectuadas em locais distantes da área de estudo só apresentam em comum o parâmetro nitrato, que serviu para apresentar um estudo sobre a situação dos nitratos no concelho de Alcobaça. (Caroça, 2015^{a,b}).

A não existência de dados hidroquímicos antigos e de relatórios geotécnicos não permitiu apresentar a variação espacial e a evolução temporal das águas que foram analisadas e realizar o estudo hidrodinâmico da Várzea da Nazaré. Sendo assim, com o trabalho desenvolvido, por se tratar de estudo pioneiro, se pretendeu obter um conhecimento geral da área, nomeadamente a hidroquímica das águas analisadas, as fontes de contaminação, a gestão dos recursos hídricos e os problemas/críticas da população local.

3.2 – Escolha dos locais para amostragem

Os locais escolhidos para realizar a colheita de água foram os que se situavam em redor e no interior da várzea, de fácil acesso e que incluíssem águas superficiais e águas subterrâneas de diferentes tipos de captação (poços, furos, nascentes, rios, valas, canais de rega, lagoas) localizadas nos diversos tipos de unidades estratigráficas.

3.3 – No campo

No campo, mediram-se os níveis piezométricos dos poços analisados com o auxílio de uma sonda de registo piezométrico manual da marca «Vórtice – Equipamentos Científicos, Lda»; colheram-se amostras de água para medições *in situ*, tais como: pH, temperatura, Eh, condutividade eléctrica, com o auxílio dos eléctrodos de pH, de temperatura e de Eh, da marca «WTW», dos modelos «pH Electrode SenTix 81» e «Electrode SanTix ORP», respectivamente, e da sonda de condutivímetro da marca «YSI – 85 Oxygen conductivity, Salinity & Temperature»; recolheram-se amostras para levar aos laboratórios. Tendo em consideração a análise a efectuar, estas últimas amostras de água teriam de seguir diferentes metodologias de preservação, em diferentes tipos de frascos e serem colocados na mala térmica, com excepção dos frascos de 1000 ml. (**Quadro 3.I**)

Quadro 3.I – Recipientes utilizados para a recolha de amostra de água, sua finalidade, alguns cuidados a ter na sua recolha e o laboratório onde se realizam as análises

Frascos	Finalidade	Procedimentos a usar na colheita de água para introduzir no frasco:	Laboratório
2 garrafas de polietileno da marca “Moldra Maia” de 1000 ml	Realização de análises químicas por métodos de: - titulação (doseamento de espécies carbonatadas), - cromatografia iónica (análise de aniões), - absorção atómica de chama (análise de cationes e metais).	Encher o frasco na totalidade.	Laboratório de Análise de Fluidos do Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
1 garrafa de polietileno de 250 ml da marca “Kartell” fabricado em Itália			
1 frasco de vidro escuro de 100 ml	Determinação das razões isotópicas, $^2\text{H}/^1\text{H}$ e $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$, em (‰), através do espectrómetro de massa de fluxo isotópico contínuo (CF-IRMS)	É conveniente filtrar previamente as impurezas com o auxílio de uma seringa “BD Plastipak” de 60 ml com filtro de poro 0,45 μm da marca “Sartorius stedim biotech – Minisart”. A colheita desta amostra de água não pode conter ar. O frasco tem de ser preenchido na totalidade e vedado de modo a que não sejam visíveis quaisquer bolhas de ar no seu interior.	Laboratório Stable Isotopes and Instrumental Analysis Facility (SIAF) do Centro de Biologia Ambiental (CBA), da Universidade de Lisboa
1 frasco de 100 ml de polietileno de baixa densidade, da marca “Lamarplast PL609”	Determinação de elementos vestigiais, através do método Espectrometria de massa de emissão de plasma acoplado (tecnologias: ICP-MS («Inductively Coupled Plasma Emission Mass Spectrometry») e ICP-OES («Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectroscopy»)) (www.actlabs.com).	- Filtrar a água com o auxílio de uma seringa “BD Plastipak” de 60 ml com filtro de poro 0,45 μm da marca “Sartorius stedim biotech – Minisart” - Adicionar umas gotas de ácido nítrico ultra puro (HNO_3), com auxílio de um pipetador automático da marca “Finnipipette fixed 1000 ml, Thermo scientific EH09888 4501 CE”, com pontas de plástico.	Laboratório «ACTLABS – Activation Laboratories, LTD» no Canadá

Além destas tarefas, em cada estação era preenchida uma ficha de campo. (**Fig. 3.2**)

Referência do furo / poço: _____		PROPRIEDADES DETERMINADAS IN SITU	
Toponímia: _____		Condutividade	$\mu\text{S}/\text{cm}$ ($T=$ _____ $^{\circ}\text{C}$)
Proprietário: _____		pH	Temperatura= _____ $^{\circ}\text{C}$
Data: ____/____/____ Hora: ____h ____min Garrafa: _____		Potencial redox	mVolt
Nível de Água: _____m Profundidade furo / poço: _____m			Sim Não Observações:
Diâmetro furo / poço: _____		É turva?	
Profundidade de colheita de amostra: _____m		Tem cheiro?	
Amostra colhida por: _____		Tem cor?	
Aspecto de superfície da água: _____		Coordenadas: _____	
Procedimento Empregue: _____		Fotos: _____	
Observações: _____		Água subterrânea: <input type="checkbox"/> Água superficial: <input type="checkbox"/>	
		Outras Observações: _____	

Figura 3.2 – Ficha para preenchimento no campo. As observações de turbidez, cheiro e cor foram realizadas a olho nu

3.4 – No laboratório

Os laboratórios permitiram obter dados dos seguintes elementos químicos: (**Quadro 3.II**)

Quadro 3.II – Parâmetros químicos determinados (catiões e aniões em mg/l, elementos vestigiais em µg/l e as razões isotópicas em ‰)

Químicos	Catiões maiores	Cálcio (Ca^{2+}), Magnésio (Mg^{2+}), Potássio (K^+), Sódio (Na^+);	
	Aniões	Carbonato (CaCO_3), Cloreto (Cl^-), Fosfato (PO_4^{3-}), Nitrato (NO_3^-), Nitrito (NO_2^-), Sulfato (SO_4^{2-});	
	Elementos Vestigiais	Metais	Alumínio (Al), Bário (Ba), Berilo (Be), Bismuto (Bi), Cádmio (Cd), Cálcio (Ca), Cério (Ce), Césio (Cs), Chumbo (Pb), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Disprósio (Dy), Érbio (Er), Escândio (Sc), Estanho (Sn), Estrôncio (Sr), Európio (Eu), Ferro (Fe), Gadolínio (Gd), Gálio (Ga), Háfnio (Hf), Hólmio (Ho), Índio (In), Itérbio (Yb), Ítrio (Y), Lantânio (La), Lítio (Li), Lutécio (Lu), Manganês (Mn), Mercúrio (Hg), Molibdénio (Mo), Neodímio (Nd), Nióbio (Nb), Níquel (Ni), Ósmio (Os), Paládio (Pd), Platina (Pt), Potássio (K), Praseodímio (Pr), Prata (Ag), Rénio (Re), Rubídio (Rb), Ruténio (Ru), Samário (Sm), Tálcio (Tl), Tântalo (Ta), Térbio (Tb), Titânio (Ti), Tório (Th), Túlio (Tm), Tungsténio (W), Urânio (U), Vanádio (V), Zinco (Zn), Zircónio (Zr);
		Semimetais	Antimónio (Sb), Arsénio (As), Germânio (Ge), Silício (Si), Telúrio (Te);
		Não metais	Bromo (Br), Enxofre (S), Fósforo (P), Iodo (I), Selénio (Se);
	Isótopos nas razões	$^2\text{H}/^1\text{H}$ e $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$	

Os valores obtidos encontram-se em tabelas no Anexo.

3.5 – No gabinete

No gabinete analisaram-se os dados obtidos procurando compreendê-los, por intermédio da opinião de outros autores, de cálculos de outros parâmetros e construção de gráficos, até chegar a uma interpretação.

Em seguida, de forma a elucidar qual a metodologia que se utilizou para interpretar os dados, apresenta-se uma breve descrição dos parâmetros, dos cálculos e das informações adquiridas durante a pesquisa bibliográfica.

O pH é um parâmetro com uma escala de 1 a 14 e que avalia o carácter ácido ($\text{pH} < 7$), substância que ao dissolver-se em água origina iões H^+ em excesso; o básico ($\text{pH} > 7$), substância que ao dissolver-se em água origina iões OH^- em excesso; ou o neutro ($\text{pH} = 7$), substância que ao dissolver-se em água apresenta igual concentração de ambos os iões.

O pH de uma solução é o logaritmo decimal negativo da concentração de hidrogeniões em mol/l:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

O valor de pH da água neutra a 25°C será 7:

$$\text{pH} = -\log 10^{-7} \Leftrightarrow \text{pH} = -(-7) \Leftrightarrow \text{pH} = 7$$

Mattheus (1982) afirma que o valor de pH se altera devido às substâncias dissolvidas. Por exemplo, a presença de carbonato de cálcio (CaCO_3) torna o pH básico. Poucos iões, tais como: sódio (Na^+), cálcio (Ca^{2+}), nitrato (NO_3^-) e cloreto (Cl^-), podem estar presentes na solução em águas subterrâneas naturais sobre um vasto arranjo de valores de pH. A maioria dos iões metálicos são solúveis em águas subterrâneas ácidas como os catiões, mas nunca precipitam como hidróxidos ou sais básicos quando o pH aumenta, embora para alguns elementos exista uma maior tendência para a formação de colóides.

Lafuente (1981), Fetter (2008) e Jácome da Costa (2006) afirmam que se não for medido imediatamente *in situ*, o valor de pH altera-se, dando como exemplos: a sobresaturação de CO_2 resultante da respiração das plantas presentes na água, a influência do CO_2 na atmosfera e as reacções químicas na água. Segundo Mattheus (1982), existe uma diferença de cerca de 0,5 entre o valor de pH medido no campo e no laboratório, devido à presença de ar. Jácome da Costa (2006) refere que, por o pH ser influenciado pela temperatura, esta deve ser sempre medida juntamente com o valor de pH.

A determinação do valor de pH foi efectuada *in situ* com o auxílio do eléctrodo da marca «WTW», dos modelos «pH Electrode SenTix 81».

Colóides ou dispersão coloidal é uma mistura intermédia onde a dimensão típica das partículas é menor que 10^{-5} cm, não se sedimentam nem podem ser separadas por filtração e não são observáveis a olho nu. (Russel, 1980). De acordo com McCarthy e Zachara (1989) (*in* Fetter, 1993), as partículas de tamanho coloidal incluem macromoléculas orgânicas dissolvidas, tais como substâncias húmicas, microorganismos, gotículas de líquidos orgânicos insolúveis e matéria mineral. Os colóides podem ser formados por precipitação química, actividade biológica ou por desagregação de agregados estáveis (Fetter, 1993).

Não foi realizada esta observação, apenas se indicou como hipótese a sua presença em algumas águas turvas, com cor e/ou com cheiro.

Turbidez é a observação de partículas insolúveis em suspensão numa água, tais como: argila, matéria orgânica fina, podendo apresentar dimensões coloidais [dimensões menores do que 10^{-5} cm (Russel, 1980)] até alguns milímetros. (Lafuente, 1981).

Cor refere-se à observação, na água, de outra cor que não seja a incolor. (Lafuente, 1981).

Cheiro é a percepção do olfacto por partículas odoríferas agradáveis (por exemplo: algas) ou desagradáveis (por exemplo: água contendo sulfeto de hidrogénio, que se caracteriza por cheiro a ovos podres). (Lafuente, 1981).

Sólidos Suspensos Totais (SST) (em mg/l) são todos os sólidos sedimentáveis e flutuantes presentes na água que ficam retidos no filtro de 2 μ m (ou mais pequeno). Os SST estão geralmente associados à turbidez das águas e podem ser divididos em dois grupos: os SST decantáveis e os SST coloidais. A constituição dos SST é variada e pode incluir argilas, lamas, plâncton, microorganismos, entre outros. (APHA *et al.*, 2012).

O Eh ou potencial redox é a tendência de uma substância ceder ou receber electrões – reacção redox ocorre a oxidação simultânea das partículas dadoras de electrões e a redução das partículas aceitadoras de electrões – por transferência de electrões daquelas para estas.

Os elementos da Tabela Periódica pertencentes ao Grupo I-A (metais alcalinos: Li, Na, K, Rb, Cs, Fr) e ao Grupo II-A (metais alcalino-terrosos: Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra) em que os seus átomos possuem um e dois electrões de valência, respectivamente, têm tendência a cederem estes electrões, tornando-se iões positivos.

Os elementos da Tabela Periódica pertencentes ao Grupo VII-B [halogénios: F, Cl, Br, I, At (ástato)] com 7 electrões de valência têm, no entanto, grande tendência a captar um electrão para completarem o seu último nível de energia, tornando-se iões negativos.

O hidrogénio (H) tem apenas um electrão na sua constituição. É uma família sozinha. Ao ceder ou captar um electrão fica estável, parecido com a distribuição electrónica de um gás inerte [He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn (radão)].

O potencial oxidação é medido através de um eléctrodo de ião específico, neste caso foi através da marca «WTW», do modelo «Electrode SanTix ORP». O valor positivo indica que a solução é quimicamente oxidante, o valor negativo indica que a solução é quimicamente redutora. (Fetter, 2001).

Fetter (2001) refere ainda que se o nível redox da água subterrânea é determinado pela presença do oxigénio resultante da recarga da água e da biodegradação da matéria orgânica pelos microorganismos presentes na água e/ou solo. O mesmo autor coloca a hipótese de ocorrer também a infiltração de algum oxigénio da precipitação (chuva) e este ser oxidado no aquífero. O oxigénio existente no aquífero será, durante o fluxo do aquífero, consumido através da respiração dos microorganismos. Portanto, a quantidade

de oxigénio existente no aquífero desde a recarga à nascente diminuirá, e, consequentemente, o Eh torna-se menos positivo até se tornar num valor negativo quando deixa de existir oxigénio dissolvido. Quando isto ocorre, a matéria orgânica continua a ser degradada por microorganismos que utilizam o nitrato de amónio (NH_4NO_3), estamos na presença de um ambiente redutor de nitrato (NO_3^-). O nitrato (NO_3^-) é reduzido a nitrogénio (N_2). Quando este se esgota, passa a vez ao ião férrico (Fe^{3+}) de ser reduzido a ião ferroso (Fe^{2+}). Depois do ião férrico (Fe^{3+}) ser removido, inicia-se o ião sulfato (SO_4^{2-}), com a produção de ácido sulfídrico (H_2S), e do ião hidrogenossulfeto (HS^-). Assim que é removido o sulfato (SO_4^{2-}), inicia-se a redução dos metalogénicos com a produção do gás metano (CH_4). (Fetter, 2001).

Fetter (2001) termina escrevendo que: as águas superficiais (pH entre 4 e 10) são geralmente oxidantes, embora valores baixos de Eh possam ocorrer em profundidades anaeróbicas de alguns lagos.

A relação entre pH e Eh é útil quando aplicada em gráficos Eh-pH, com Eh no eixo das ordenadas e com pH no eixo das abcissas. Estes gráficos permitem determinar a estabilidade dos minerais em contacto com a água. Segundo Fetter (2008), se uma solução apresenta vários iões, estes podem reagir para formarem diferentes produtos ou adquirirem diferentes estados de valência. (**Fig. 3.3**)

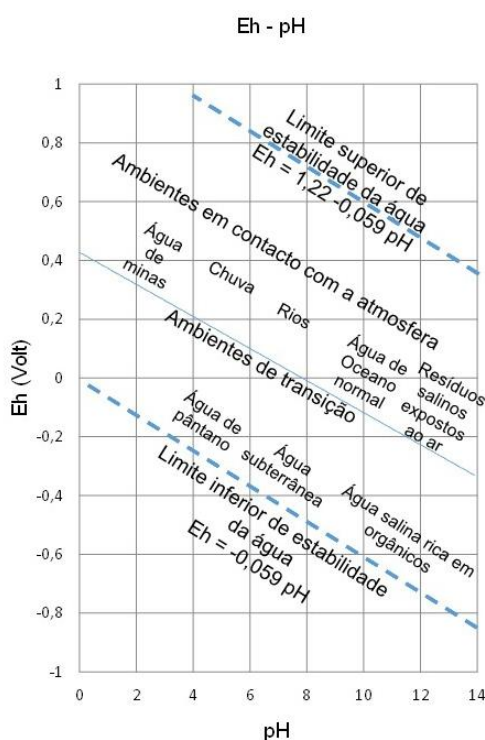


Figura 3.3 – Eh em função do pH.

(Adaptado de: Mason, 1971; Brownlow, 1996; Chameides e Perdue, 1997)

Também existem gráficos pe -pH, tendo como a única diferença, a escala do eixo das ordenadas.

Segundo Brookins (1988), a escolha entre Eh e pe é arbitrária, mas refere que a maioria dos geoquímicos utilizam mais gráficos Eh-pH do que pe -pH, pois Eh é um parâmetro de medida quantificável e o pe , não.

A temperatura da água resulta da absorção das radiações caloríficas pelas camadas de água mais superficiais e depende da energia cinética média das partículas (E_c). Assim, quando a energia cinética aumenta, a temperatura aumenta.

A temperatura das águas superficiais varia segundo a temperatura exterior, e a das águas subterrâneas varia com a temperatura dos terrenos [dependente da quantidade e orientação do calor solar, das reacções (desintegração, oxidação) e das actividades humanas] em que estas circulam.

As águas hidrotermais, são águas subterrâneas com temperatura igual ou superior à temperatura média anual da localidade e ocorrem onde existe um elevado gradiente geotérmico (no geral, a temperatura aumenta 1°C por cada 33 m em profundidade), em zonas com falhas e/ou com fracturas e zonas vulcânicas (exemplo: fumarolas).

Segundo Bogomolov e Silin-Betchurin (1966; *in*: Custodio & Llamas, 1983), a classificação da temperatura das águas é a seguinte, sendo t a temperatura da água:

Temperatura da água (t) (°C)	Água
$t < 5^{\circ}\text{C}$	Muito fria
$5 < t \leq 10^{\circ}\text{C}$	Fria
$10 < t \leq 18^{\circ}\text{C}$	Moderadamente Fria
$18 < t \leq 25^{\circ}\text{C}$	Morna
$25 < t \leq 37^{\circ}\text{C}$	Moderadamente Quente
$37 < t \leq 42^{\circ}\text{C}$	Quente
$t > 42^{\circ}\text{C}$	Muito Quente

A medição da temperatura é útil para: conhecer o sistema de água subterrânea em estudo; a composição geoquímica da água, nomeadamente a solubilidade dos gases, (por exemplo, o oxigénio) e dos sais na água (se a temperatura aumenta, diminui a solubilidade dos gases, mas aumenta a concentração de sais); as reacções biológicas; e determinar a existência de contaminação (poluição térmica). (Mattheus, 1982; Lafuente, 1981). Segundo Lafuente (1981), a poluição térmica é definida pelas mudanças excessivas da temperatura da água, por ganho ou perda de calor, consequência da actividade humana, resultando alterações nos equilíbrios ecológicos, nas reacções bioquímicas, nas características físico-químicas da água e nos sistemas enzimáticos dos organismos, afectando o crescimento, a reprodução e o tempo de vida.

A determinação do valor da temperatura foi efectuada *in situ* com o auxílio do eléctrodo da marca «WTW», dos modelos «pH Electrode SenTix 81», em simultâneo com a medição do pH.

A condutividade eléctrica (CE), expressa em $\mu\text{S}/\text{cm}$, «representa a capacidade da água conduzir a corrente eléctrica, através dos iões dissolvidos, sendo directamente proporcional à mineralização total» (Mazor, 1997; *in*: Fernandes, 2000). Sendo assim, a condutividade eléctrica fornece-nos uma rápida indicação do conteúdo iónico da amostra de água a analisar. Altas concentrações de iões na água elevam o valor da condutividade eléctrica. (Pagenkopf, 1978).

A condutividade eléctrica depende da concentração de iões, da velocidade de movimentação desses iões e da temperatura. (Lafuente, 1981; Mattheus, 1982). Mattheus (1982) refere que a velocidade aumenta com o aumento da temperatura e decresce com a diminuição da temperatura, em uma média de cerca de 2% por °C. Também refere que, para se estimar a concentração de sólidos dissolvidos totais em mg/l de uma água doce, basta multiplicar o valor de condutividade eléctrica em $\mu\text{S}/\text{cm}$ pelo factor 0,65.

Segundo Mattheus (1982) e Davis & DeWiest (1966), a condutividade eléctrica de uma água da chuva apresenta valores entre 5 e 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$; a de uma água doce entre 30 a 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$; a de uma água do mar entre 45000 e 55000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, e a de uma água de salmoura num campo petrolífero superior a 100000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Refere ainda, que águas ricas em carbonato de cálcio (CaCO_3) e sulfato de cálcio (CaSO_4) geralmente apresentam condutividade eléctrica menor que as águas ricas em ião cloreto (Cl^-).

Custodio e Llamas (1983) aconselham a medição da condutividade eléctrica sem perda de gases e sem a formação de precipitados, pois estes factores diminuem o valor da condutividade eléctrica.

A determinação do valor da condutividade eléctrica foi efectuada *in situ* com o auxílio da sonda do condutivímetro da marca «YSI – 85 Oxygen conductivity, Salinity & Temperature».

A alcalinidade, expressa em mg de CaCO_3 por litro (expressa em mg/l de carbonato de cálcio), é a capacidade que uma solução aquosa tem para neutralizar ácidos sem perturbar de forma extrema as actividades biológicas que nela decorrem (APHA *et al.*, 2012; Appelo e Postma, 1993). Segundo Train (1979), consiste na soma total dos componentes na água que tendem a elevar o pH da água à volta do valor de 4,5. Os componentes são as bases HCO_3^- , CO_3^{2-} e OH^- , e os elementos em pequenas concentrações são: silicatos, boratos, amónia, fosfatos e bases orgânicas (compostos orgânicos que em solução aquosa libertam o anião OH^-). (Snoeyink e Jenkins, 1980; Russell, 1980).

A alcalinidade das águas não representa risco potencial à saúde pública e não constitui um padrão de potabilidade de águas naturais e de águas residuais, ficando este efeito limitado pelo valor do pH. No entanto, as águas de alta alcalinidade são desagradáveis ao paladar, e a associação com pH elevado, com excesso de dureza e de sólidos dissolvidos, no conjunto, é que podem ser prejudiciais à saúde dos seres vivos. A alcalinidade, no geral, serve para controlo da corrosão em várias indústrias (água com muito alta alcalinidade é muito menos corrosiva), da dureza para evitar a formação de incrustações (precipitação de carbonatos) principalmente em sistemas de águas quentes (alta alcalinidade aumenta relativamente a proporção de ião sódio e diminui as dos iões cálcio e magnésio), e do pH durante a digestão anaeróbia de lodos, nas ETARs. As ETARs, durante a digestão anaeróbia de lamas, consideram necessária a presença de uma alcalinidade elevada, entre 1000 e 5000 mg/l em CaCO_3 , para produzir efeito tampão suficiente de forma a impedir a queda brusca de pH em caso de desequilíbrio. Este conceito evoluiu no sentido de que a alcalinidade é uma condição de segurança e não indispensável. Nas ETARs, o importante é a manutenção de uma relação alcalinidade/ácidos voláteis elevada. (Train, 1979; Lafuente, 1981; Custodio & Llamas, 1983; Vaz, 2009; Peixoto, 2007/08).

De acordo com APHA *et al.* (2012), a alcalinidade expressa em mg de CaCO_3 por litro é determinada da seguinte maneira:

- alcalinidade:

$$\text{alcalinidade mg CaCO}_3/\text{l} = \frac{\text{Volume do ácido padrão usado em ml} \times \text{normalidade do ácido padrão} \times 5000}{\text{ml da amostra da água a analisar}}$$

Neste trabalho usou-se uma solução H_2SO_4 de 0,05M. A normalidade desta solução será:

$$0,05 \text{ mol/l} \times \frac{2 \text{ equivalentes}}{1 \text{ mol}} = 0,1 \text{ equivalente/l ou } 0,1\text{N}$$

0,1N.

A fórmula final a usar:

$$\text{alcalinidade mg CaCO}_3/\text{l} = \frac{\text{Volume do ácido padrão usado em ml} \times 0,1 \times 5000}{100} = \text{Volume do ácido padrão usado} \times 5$$

A concentração do dióxido de carbono (CO_2) livre foi determinada do seguinte modo (APHA *et al.*, 2012):

- CO_2 livre:

$$\text{mg CO}_2/\text{l} = \frac{\text{Volume do titulante em ml} \times \text{normalidade de NaOH} \times 44000}{\text{ml de amostra de água a analisar}}$$

$$\text{normalidade} = \frac{\text{número de equivalentes do soluto}}{\text{número de litros de solução}}$$

Neste trabalho usou-se uma solução NaOH com 0,022725 mol/l, ou seja:

NaOH

$$0,022725 \text{ mol/l} \times \frac{1 \text{ equivalente}}{1 \text{ mol}} = 0,022725 \text{ equivalente/l ou } 0,022725 \text{ N}$$

0,022725 N

A fórmula final será:

$$\text{mg CO}_2/\text{l} = \frac{\text{Volume do titulante em ml} \times 0,022725 \times 44000}{100} = \text{Volume do titulante} \times 9,999$$

A maioria do carbono é encontrado nas rochas, quer na forma de carbonato (CO_3^{2-}), geralmente associado ao cálcio (Ca^{2+}) dos calcários (como CaCO_3), quer como carbono inorgânico disperso nas rochas sedimentares, particularmente xistos. Segundo O'Neill (1993), estes carbonatos descritos como contendo carbono inorgânico encontram-se ocupando cerca de $\frac{3}{4}$ da crosta terrestre, os compostos orgânicos distribuem-se por cerca de $\frac{1}{4}$, e os restantes compostos de carbono noutros reservatórios, tais como: atmosfera, solo, biota, húmus, combustíveis fósseis, organismos marinhos e compostos dissolvidos, inferior a 1% do total.

O dióxido de carbono (CO_2) dissolvido na água fornece uma molécula hidratada, $\text{CO}_{2(\text{aq})}$, a qual forma uma mistura de equilíbrio contendo os iões hidrogenocarbonato (HCO_3^-) e carbonato (CO_3^{2-}). O pH inferior a uma água do mar (geralmente cerca de 8 a 8,3) e o ácido carbónico (H_2CO_3) também estão presente. A concentração dos vários componentes varia com a profundidade. Nas camadas superficiais (até cerca de 200 m) onde a fotossíntese está activa e o dióxido de carbono é consumido, forma-se ácido

carbónico (H_2CO_3). Se a concentração do dióxido de carbono dissolvido [$\text{CO}_{2(\text{aq})}$] for reduzida, a concentração do ião hidrogenocarbonato [HCO_3^-] também se reduz. A remoção de dióxido de carbono provoca alguma conversão do hidrogenocarbonato (HCO_3^-) em dióxido de carbono dissolvido ($\text{CO}_{2(\text{aq})}$), água (H_2O) e carbonato (CO_3^{2-}), até se equilibrarem. Nas águas profundas, onde ocorrem os processos de respiração e de deposição de restos mortais nos sedimentos (os oceanos representam o maior reservatório de carbono inorgânico), compensando o processo da fotossíntese nas camadas superficiais, parte do dióxido de carbono dissolvido ($\text{CO}_{2(\text{aq})}$) é convertido em hidrogenocarbonato (HCO_3^-), mantendo-se, assim, o equilíbrio. (O'Neill, 1993).

As mudanças nas concentrações em dióxido de carbono dissolvido (CO_2), no hidrogenocarbonato (HCO_3^-) e no carbonato (CO_3^{2-}) afectam a solubilidade do carbonato de cálcio (CaCO_3). Assim, as águas superficiais contendo altas concentrações em carbonato (CO_3^{2-}) não facilitam a dissolução do carbonato de cálcio (CaCO_3). À medida que a profundidade aumenta, a concentração do ião carbonato (CO_3^{2-}) diminui e o carbonato de cálcio torna-se solúvel. É nesta altura que, existindo conchas, estas começam a dissolverem-se.

As águas superficiais de rios e lagos estão constantemente a sofrer alterações no pH, não só pela geologia que atravessam como pelas descargas de lixiviados das actividades antrópicas, chuva ácida e efeito de estufa. Segundo O'Neill (1993), para os sistemas de águas naturais estas mudanças ocorrem em três grupos de pH. Assim, águas com pH ácido, entre 4 e 5, o hidrogenocarbonato (HCO_3^-) converte-se em ião hidrogénio (H^+) e em ião carbonato (CO_3^{2-}), não favorecendo a dissolução de carbonato de cálcio (CaCO_3). Para pH entre 5 e 8, o ião hidrogenocarbonato (HCO_3^-) permanece em equilíbrio na solução. Para pH entre 8 e 8,5, o ácido carbónico (H_2CO_3) produz ião hidrogénio (H^+) e ião hidrogenocarbonato (HCO_3^-), favorecendo a dissolução de carbonato de cálcio (CaCO_3).

O dióxido de carbono também é proveniente da acção do metabolismo das bactérias sobre a decomposição da matéria orgânica e da respiração dos organismos aquáticos.

A dureza de uma água pode ser definida como a sua capacidade em precipitar sabão, isto é, nas águas que possuem dureza, os sabões transformam-se em complexos insolúveis, não formando espuma até que o processo se esgote. Isto acontece devido, principalmente, à presença de iões cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}), mas também pela presença de outros catiões como: o ferro (Fe), o manganês (Mn), o estrôncio (Sr), o zinco (Zn), o alumínio (Al), o hidrogénio (H), etc; associados a aniões de carbonato (mais propriamente hidrogenocarbonato (HCO_3^-), que é mais solúvel), de sulfato (SO_4^{2-}), e de outros aniões menos frequentes, tais como o nitrato (NO_3^-), a sílica (SiO_2) e o cloreto (Cl^-). Os quatros compostos principais que conferem dureza à água são: o carbonato de cálcio (CaCO_3), o carbonato de magnésio (MgCO_3), o sulfato de cálcio (CaSO_4) e o sulfato de magnésio (MgSO_4). (Piveli, 2013). Resumindo, «a dureza de uma água é causada pela presença de sais minerais dissolvidos, primariamente catiões bivalentes incluindo cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), ferro (Fe), estrôncio (Sr), zinco (Zn) e manganês (Mn). Os iões de cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) são normalmente os únicos presentes em quantidades significativas; portanto, a dureza é geralmente considerada como uma medida do teor em cálcio e em magnésio na água.» (Peixoto, 2007/08)

As águas, de acordo com Custodio e Llamas (1983), são classificadas quanto à dureza baseada na concentração de CaCO_3 em:

Água branda	0 a 50 mg/l de CaCO ₃
Água moderadamente dura	Até 100 mg/l em CaCO ₃ , às vezes 120 mg/l
Água dura	Até 200 mg/l em CaCO ₃ , às vezes até 250 mg/l
Água muito dura	Até saturação

De acordo com o Decreto-Lei (DL) n.º 306/2007, de 27 de Agosto, uma água para consumo humano deve apresentar uma concentração em dureza total entre 150 mg/l e 250 mg/l, sem deteriorar os materiais com que estão em contacto. O corpo humano requer diariamente de 0,7 g a 2,0 g de cálcio. No entanto, excessos de cálcio podem criar tendência para a formação de cálculos renais. Em relação à vida aquática, quanto mais dura for a água menos tóxica ela é para os seres aquáticos, porque nas águas duras alguns iões metálicos formam precipitados insolúveis e precipitam, ficando indisponíveis para os organismos. A dureza não é determinada no que diz respeito ao uso da água para irrigação, porque as concentrações dos catiões, cálcio e magnésio, os quais compreendem a dureza, são importantes na determinação de trocas de sódio na água. Em relação às indústrias é preciso determinar a dureza, porque as águas duras aumentam o consumo de sabões e detergentes e tendem a formar incrustações nas tubagens e máquinas. (Peixoto, 2007/08).

A dureza total expressa sob a forma de mg de CaCO₃ por litro é determinada da seguinte maneira (APHA *et al.*, 2012):

- dureza:

$$\text{dureza (EDTA) como mg CaCO}_3 \text{ /l} = \frac{\text{Volume do titulante em ml} \times \text{mg CaCO}_3 \text{ equivalente a 1 ml de titulante EDTA} \times 1000}{\text{ml da amostra de água a analisar}}$$

Neste trabalho usou-se uma solução EDTA de 0,01 mol/l. Assim:

$$\begin{array}{lcl} 0,01 \text{ mol} & \text{---} & 1000 \text{ ml} \\ x & \text{---} & 1 \text{ ml} \end{array}$$

$$x = 0,01 \times 10^{-3} \text{ mol} = 1 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

$$\begin{array}{lcl} 1 \text{ mol} & \text{---} & 100 \text{ g de CaCO}_3 \\ 10^{-5} \text{ mol} & \text{---} & y \end{array}$$

$$y = 0,001 \text{ g} = 1 \text{ mg}$$

A fórmula final será:

$$\text{dureza (EDTA) como mg CaCO}_3 \text{ /l} = \frac{\text{Volume do titulante em ml} \times 1 \times 1000}{100} = \text{Volume do titulante} \times 10$$

O ião cálcio (Ca²⁺) resulta da dissolução sobretudo de rochas carbonatadas e de minerais: calcite (CaCO₃), gesso (CaSO₄.2H₂O) e fluorite (CaF₂). (Reimann e Caritat, 1998). Trata-se de um ião não tóxico de solubilidade moderada a forte, podendo precipitar sob a forma de carbonato de cálcio (CaCO₃) na presença de iões carbonato (CO₃²⁻) e hidrogenocarbonato (HCO₃⁻), ou dissolver facilmente aquando de alterações do pH e da pressão parcial do CO₂. (Custodio e Llamas, 1983).

A concentração numa água para consumo humano não deve ultrapassar os 100 mg/l nem deteriorar os materiais com que estão em contacto (DL n.º 306/2007, de 27 de Agosto). Custodio e Llamas (1983)

referem que a concentração do ião cálcio nas águas doces varia entre 10 e 250 mg/l, podendo chegar a 600 mg/l em águas selenitosas; na água do mar é cerca de 400 mg/l; excepcionalmente pode apresentar 50000 mg/l em salmouras de CaCl_2 . Reimann e Caritat (1998) referem que uma água do mar deverá conter uma média de cerca de 412 mg/l, para uma água de rio de cerca de 18 mg/l, para uma água subterrânea de cerca de 26 mg/l, e para uma água de chuva cerca de 0,05 mg/l.

O ião cálcio, quando presente na água, resulta mais da lixiviação dos minerais das rochas e dos solos (geologia) que dos despejos de resíduos industriais nas águas (metalurgia, tintas, fertilizantes, curtição de couros, petrolífera, giz, vidros e porcelanas). (Rail, 1989; Reimann e Caritat, 1998; site da Nautilus – Tabela Periódica, Agosto 2014).

A determinação da concentração do ião cálcio (Ca^{2+}) em mg/l é feita do seguinte modo (APHA *et al.*, 2012):

- ião cálcio:

$$\text{cálcio dureza como mg CaCO}_3/\text{l} = \frac{\text{Volume do titulante em ml} \times \text{mg CaCO}_3 \text{ equivalente a 1 ml de titulante EDTA} \times 1000}{\text{ml da amostra de água a analisar}}$$

Neste trabalho usou-se uma solução EDTA de 0,1 mol/l. Assim:

$$\begin{array}{l} 0,1 \text{ mol} \quad \text{---} \quad 1000 \text{ ml} \\ x \quad \quad \quad \text{---} \quad 1 \text{ ml} \end{array}$$

$$x = 0,1 \times 10^{-3} \text{ mol} = 1 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol} \quad \text{---} \quad 100 \text{ g de CaCO}_3 \\ 10^{-4} \text{ mol} \quad \text{---} \quad y \\ y = 0,01 \text{ g} = 10 \text{ mg} \end{array}$$

A fórmula final será:

$$\text{cálcio dureza como mg CaCO}_3/\text{l} = \frac{\text{Volume do titulante em ml} \times 10 \times 1000}{100} = \text{Volume do titulante} \times 100$$

O ião magnésio (Mg^{2+}) resulta da dissolução de rochas ultramáficas, mas também de outros tipos de rochas como calcários, dolomitos, evaporitos magnésicos e de minerais do grupo dos: óxidos, hidróxidos, silicatos, carbonatos, sulfatos, fosfatos, arsenatos e argilas provenientes da alteração das rochas ígneas (por exemplo, a montmorilonite). (Reimann e Caritat, 1998; Custodio, 1976 e Hem, 1970, *in*: Rubio e Llamas, 1982). Trata-se de um ião com comportamento semelhante ao ião cálcio, mas mais solúvel e mais difícil de precipitar. (Custodio e Llamas, 1983). O cálcio é mais fortemente adsorvido que o magnésio, (Rubio e Llamas, 1982).

Numa água para consumo humano é desejável que não ultrapasse os 50 mg/l nem que deteriore os materiais em contacto (DL n.º 306/2007, de 27 de Agosto). Em concentrações demasiado elevadas, além de contribuir para a dureza da água, apresenta propriedades laxantes e confere um sabor amargo à água. Se o pH da água for elevado, a concentração em ião magnésio (Mg^{2+}) aumenta, podendo levar à formação de hidróxido de magnésio ($\text{Mg}(\text{OH})_2$), incrustante. (Rail, 1989).

Segundo Rail (1989), as principais fontes de magnésio nas águas são o oceano e as rochas. Custodio e Llamas (1983) indicam que a concentração do ião magnésio (Mg^{2+}) nas águas doces varia entre 1 a 100 mg/l, podendo chegar a 1000 mg/l nas águas salinas ou salmouras e cerca de 1200 mg/l na água do mar. De acordo com o site da Naturlink (2005; *in* Pereira, 2005), a concentração do ião magnésio (Mg^{2+}) nas águas subterrâneas varia entre 1 e 40 mg/l. Reimann e Caritat (1998) indicam os seguintes valores médios para água subterrânea, do mar, do rio e da chuva, respectivamente: 4,25 mg/l, 1290 mg/l, 4,1 mg/l e 0,02 mg/l.

As actividades humanas, embora em menor escala, também dão o seu contributo através da utilização de fertilizantes que contêm este elemento ou através de emissões industriais (por exemplo: borracha, plástico, têxtil, ligas metálicas, papel, cola, cimento). (Rail, 1989).

A concentração do ião magnésio (Mg^{2+}) em mg/l com base no valor da concentração do ião cálcio e da dureza total é determinada do seguinte modo (APHA *et al.*, 2012):

- ião magnésio:

$$\text{mg Mg / l} = [\text{dureza total (como mg CaCO}_3\text{/l)}] - [\text{cálcio dureza (como mg CaCO}_3\text{/l)}] \times 0,243$$

O ião sódio (Na^+) resulta da dissolução de várias rochas, especialmente de rochas ígneas e sedimentares (areias arcóscas e evaporitos) e de minerais, tais como: plagioclases, micas, anfíbolos e piroxenas. (Reimann e Caritat, 1998; Hem, 1978 *in*: Rubio e Llamas, 1982). Trata-se de um ião com solubilidade muito elevada e de muito difícil precipitação em solução. O ião sódio (Na^+) costuma associar-se ao ião cloreto (Cl^-). No entanto, quando isto não acontece, águas naturais com elevada concentração em ião sódio (Na^+) reflectem baixa concentração em ião cálcio (Ca^{2+}) e elevada concentração em ião fluoreto (F^-). (Custodio e Llamas, 1983).

A água para consumo humano não deve ultrapassar os 200 mg/l de ião sódio (Na^+), pelo DL n.º 306/2007, de 27 de Agosto, valor que à temperatura ambiente não altera o sabor da água. (WHO, 2011). As águas com concentrações elevadas de sódio são prejudiciais às plantas ao reduzirem a permeabilidade do solo. São especialmente nocivas se as concentrações dos iões cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) forem baixas. Águas com conteúdos elevados em hidrogenocarbonato de sódio ($NaHCO_3$) originam problemas de espumas em caldeiras. (Custodio e Llamas, 1983).

De acordo com Custodio e Llamas (1983), a concentração em ião sódio costuma ser: nas águas doces entre 1 e 150 mg/l, podendo encontrar-se valores até 1000 mg/l; na água do mar cerca de 10000 mg/l, e nas salmouras naturais podem chegar a ter 100000 mg/l, sendo um limite que rara vez ultrapassa 500 meq/l (cerca de 110000 mg/l). Para águas subterrâneas em climas húmidos, segundo Rail (1989), a quantidade de ião sódio (Na^+) é da ordem de 1 a 20 mg/l. Reimann e Caritat (1998) referem que a média da concentração em ião sódio (Na^+) numa água subterrânea é de 17,3 mg/l, na água do mar cerca de 10,8 mg/l, numa água de rio cerca de 6,1 mg/l e numa água de chuva inferior a 0,1 mg/l.

As actividades químicas exercidas pela sociedade, tais como as práticas agrícolas (fertilizantes, águas residuais) e os sais utilizados nas indústrias (papel, vidro, sabão, têxtil, petróleo, metais, detergentes, borracha) contribuem para o aumento da concentração de ião sódio (Na^+) nas águas. (Rail, 1989; Reimann e Caritat, 1998; site Nautilus – Tabela Periódica, Agosto 2014).

A determinação do ião sódio (Na^+) foi obtida directamente pelo método de absorção atómica realizado no laboratório de Análise de Fluidos do departamento de Geologia da FCUL.

O ião potássio (K^+), tal como o ião sódio (Na^+) não se apresenta na natureza na forma livre. Encontra-se abundantemente nas rochas ígneas e sedimentares, e em minerais, tais como feldspatos potássicos (ortoclase e microclina) e micas (muscovite e biotite). (Rail, 1989; Reimann e Caritat, 1998). Trata-se de um ião com solubilidade muito elevada, baixa mobilidade e de difícil precipitação.

Comparando com o ião sódio (Na^+), o ião potássio apresenta baixa concentração nas águas doces normais, porque é um elemento com baixa mobilidade geoquímica e alta solubilidade, sendo absorvido de forma quase irreversível pelas argilas em formação (montmorilonite e ilite) e, também, assimilado pelas plantas. (Custodio e Llamas, 1983). Segundo Custodio e Llamas (1983), nas águas doces poderá estar entre 0,1 a 10 mg/l, na água do mar cerca de 400 mg/l e em salmouras, muito raramente, até 100000 mg/l. Reimann e Caritat (1998) referem que as médias da concentração de ião potássio para uma água subterrânea, água do mar, de rio e de chuva são, respectivamente: 2,17 mg/l, 399 mg/l, entre 2,3 e 3,5 mg/l e 0,05 mg/l.

Segundo Rail (1989; *in* Pereira, 2005) e Reimann e Caritat (1998), as elevadas concentrações de potássio nas águas subterrâneas estão frequentemente associadas a actividades humanas, tais como: uso de fertilizantes agrícolas, indústria cerâmica, vidreira, pirotecnia, detergentes e baterias. De acordo com Heitor (2000), o ião potássio (K^+) «absorvido pela planta, quando em excesso, dificulta a absorção de cálcio e produz efeitos de salinização secundária». O limite máximo para o consumo humano é de 12 mg/l, valor apresentado na legislação da Noruega. (Reimann e Caritat, 1998).

A determinação do ião potássio (K^+) foi obtida directamente pelo método de absorção atómica realizado no laboratório de Análise de Fluidos do departamento de Geologia da FCUL.

O ião hidrogenocarbonato (HCO_3^-) está relacionado com o dióxido de carbono (CO_2) livre e dissolvido, com o ião carbonato (CO_3^{2-}) e com o pH. (**Fig. 3.4**)

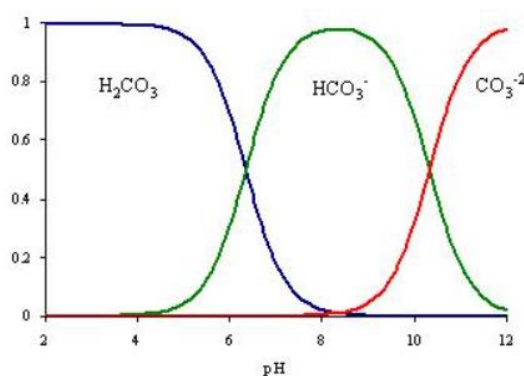


Figura 3.4 – Comportamento do ácido carbónico (H_2CO_3), do ião hidrogenocarbonato (HCO_3^-) e do ião carbonato (CO_3^{2-}) com o pH

A **figura 3.4** mostra que uma solução com pH ácido apresenta dióxido de carbono (CO_2). Este, na presença de H^+ vai gerar ácido carbónico (H_2CO_3). Por sua vez, este dissocia-se em hidrogenocarbonato (HCO_3^-) e em protões H^+ . O pH vai aumentando e o HCO_3^- dissocia-se em H^+ e ião carbonato (CO_3^{2-}).

Quando o pH diminui (de básico para ácido), isto é, a grande quantidade de OH^- diminui e aumenta H^+ na solução, o processo inverte.

Podem precipitar com muita facilidade como CaCO_3 .

Segundo Custodio e Llamas (1983), a concentração de HCO_3^- nas águas doces varia entre 50 mg/l e 350 mg/l, podendo chegar às vezes aos 800 mg/l, e na água do mar a cerca de 100 mg/l.

A concentração do ião hidrogenocarbonato (HCO_3^-) em mg/l com base no valor de alcalinidade expressa sob a forma CaCO_3 é determinada utilizando a seguinte fórmula (APHA *et al.*, 2012):

$$\text{HCO}_3^- \text{ como mg CaCO}_3/\text{l} = \frac{\text{alcalinidade total mg CaCO}_3/\text{l} - 5 \times 10^{(\text{pH} - 10)}}{1 + 0,94 \times 10^{(\text{pH} - 10)}}$$

O ião cloreto (Cl^-), sempre presente nas águas, provém principalmente de rochas evaporíticas e de salmouras, de minerais (halite, silvite) e da chuva próxima do mar, (Custodio e Llamas, 1983; Lafuente, 1981; Reimann e Caritat, 1998). Trata-se de um ião muito solúvel, muito estável em solução, mas muito difícil de precipitar e que não se oxida nem se reduz em águas naturais. Geralmente o ião cloreto (Cl^-) vem associado ao ião sódio (Na^+), especialmente em águas muito salinas, mas o número de miliequivalentes dos iões cloreto (Cl^-) e sódio (Na^+) não são necessariamente iguais. (Hem, 1979 *in*: Rubio e Llamas, 1982; Custodio e Llamas, 1983).

Custodio e Llamas (1983) indicam concentrações em ião cloreto (Cl^-) para as águas doces entre 10 mg/l e 250 mg/l, podendo existir valores maiores até 1000 mg/l para a água do mar, entre 18000 mg/l e 21000 mg/l, e para as salmouras naturais de 220000 mg/l, quando saturadas. Lafuente (1981) encontrou valores desde 2 mg/l até 2750 mg/l para os rios espanhóis, referindo que os mais frequentes se encontram entre 10 mg/l e 30 mg/l, e para as águas subterrâneas entre 10 mg/l e 20 mg/l. Quantidades muito pequenas quando comparadas com a água do mar, entre 18000 mg/l e 19000 mg/l. Reimann e Caritat (1998) sugerem as seguintes concentrações médias para água do mar, água do rio e água da chuva, respectivamente: 19500 mg/l, entre 1,4 mg/l e 8 mg/l e 0,1 mg/l.

A água para consumo humano, por intermédio do DL n.º 306/2007 de 27 de Agosto, não deve ultrapassar os 250 mg/l. Superior a 300 mg/l confere um sabor salgado à bebida, embora não seja prejudicial até pelo menos cerca de 1000 mg/l. É um ião essencial para a vida, mas as concentrações elevadas são prejudiciais para as plantas e para os seres vivos e tornam a água corrosiva. (Custodio e Llamas, 1983).

A concentração em ião cloreto não é só influenciada pela geologia, dissolução de rochas evaporíticas e de certos minerais associados a rochas ígneas e metamórficas (sodalite, apatite), como também pelas descargas urbanas e industriais (desinfectante, papel, têxtil, insecticida, sal, tinta, petróleo). (Custodio, 1976 *in*: Rubio e Llamas, 1982; Reimann e Caritat, 1998).

A determinação do ião cloreto (Cl^-) foi obtida directamente do método de cromatografia iónica realizado no laboratório de Análise de Fluidos do departamento de Geologia da FCUL.

O ião sulfato (SO_4^{2-}) é proveniente da oxidação dos sulfetos das rochas ígneas, metamórficas ou sedimentares, em especial de evaporitos, mas a maioria provém da dissolução de minerais como o gesso, a anidrite e outros minerais sulfuretados (por exemplo: a pirite). Também se encontra no solo, proveniente da água da chuva. Segundo Reimann e Caritat (1998), o valor médio no solo é de cerca de 2396,6 mg/l, na

água da chuva normal é de cerca de 0,87 mg/l e na água de chuva poluída é de cerca de 5 mg/l. (Reimann e Caritat, 1998; Hem, 1978, *in*: Rubio e Llamas, 1982). Trata-se de um ião moderadamente solúvel a muito solúvel. Em água pura, o sulfato de cálcio (CaSO_4) satura a 1500 mg/l e pode chegar até 7200 mg/l em águas salinas. Em meios redutores, nas águas subterrâneas com abundante matéria orgânica, pode sofrer uma redução bacteriana com enxofre (S) ou ião sulfeto (S^{2-}), geralmente por acção de microorganismos da espécie *Anaerobiu desulfovibrio* (Reil, 1989 *in*: Pereira, 2005), mas em geral é estável. O ião sulfato (SO_4^{2-}) dificilmente precipita quimicamente, porque os elementos vestigiais solúveis, estrôncio (Sr) e bário (Ba), são muito escassos na natureza, mas pode separar-se da solução por concentração, se existir uma evaporação importante. (Custodio e Llamas, 1983).

Em águas doces, o ião sulfato (SO_4^{2-}) encontra-se entre 2 a 150 mg/l, podendo chegar a 5000 mg/l em águas salinas se existir ião cálcio (Ca^{2+}), e até 200000 mg/l se estiver associado ao ião magnésio (Mg^{2+}) e ao ião sódio (Na^+) em áreas de salmouras. Na água do mar a concentração em ião sulfato é de cerca de 3000 mg/l. (Custodio e Llamas, 1983). Segundo Reimann e Caritat (1998), a concentração média da água do mar e do rio é de cerca de 2712 mg/l e 12 a 15 mg/l, respectivamente.

Além da influência dos evaporitos, observam-se concentrações elevadas em ião sulfato (SO_4^{2-}) em locais onde existe muita actividade biológica, nas zonas inundadas (pântanos) e em zonas de descargas industriais (curtumes, papel, têxtil, pólvora, farmacêutica, fungicida e outras que utilizam sulfatos ou ácidos sulfúricos). (Bustamante e Martíez Alfaro, 1982; Reimann e Caritat, 1998; Pereira, 2005).

A presença de ião sulfato na água de consumo humano não tira a sede e dá um sabor pouco agradável e amargo. Geralmente, considera-se que o sabor é tolerável até aos 250 mg/l (DL n.º 306/2007 de 27 de Agosto). Se for superior a este valor (água selenitosa) pode ter um efeito laxante incomodativo broonos humanos (WHO, 2011), prejudica as plantas e a resistência do betão e do cimento. (Custodio e Llamas, 1983).

A determinação do ião sulfato (SO_4^{2-}) foi obtida directamente pelo método de cromatografia iónica realizado no laboratório de Análise de Fluidos do departamento de Geologia da FCUL.

O ião nitrato (NO_3^-) não é um elemento de minerais nem de partículas do solo, ocorre somente em água, em solução nos solos por um tempo relativamente curto, proveniente do ciclo bioquímico do nitrogénio (N) ou da aplicação de fertilizantes ricos em nitrogénio (N). (Sapek, 2005; Hubrechts *et al.*, 2005). No ciclo do nitrogénio, o ião nitrato resulta do processo de nitrificação (isto é, transformação do ião nitrito (NO_2^-) em ião nitrato (NO_3^-) por intermédio de bactérias). Por sua vez, parte do ião nitrato libertado é armazenado nas plantas e outra parte, juntamente com a amónia (NH_3), é desnitrificado, libertando nitrogénio (N) para a atmosfera. O nitrogénio (N) é usado pelos organismos vivos, principalmente na formação de proteínas. (Purdom & Anderson, 1983).

Antes de os fertilizantes de nitrogénio serem fabricados, a quantidade de nitrogénio removido da atmosfera por processos naturais estava equilibrada com os processos de desnitrificação. A intervenção industrial no ciclo do nitrogénio, actualmente, parece fixar mais nitrogénio do que desnitrificar. O nitrogénio não usado por organismos vivos pode ser incorporado nos sedimentos do solo. A água lixivia os compostos de nitrogénio provocando eutrofização nas águas superficiais e contaminação nas águas subterrâneas. (Purdom & Anderson, 1983).

As principais causas do aumento das concentrações em ião nitrato (NO_3^-) no solo e na água subterrânea são a aplicação intensiva de fertilizantes e de adubos na agricultura, e a presença de pecuárias. (Postma, Boesen, Kristiansen *et al.*, 1991, *in*: Hubrechts *et al.*, 2005; Sapek & Sapek, 2005; Eppinger & Walraevens, 2005).

Sendo o ião nitrato um oxidante, pode interagir com outros elementos e, se estiver exposto ao calor, poderá explodir. É também muito solúvel na água, tornando-a imprópria. A Directiva n.º 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de Outubro, transposta em Portugal para a Lei n.º 58/2005 de 29 de Dezembro, fixa o valor de 50 mg/l para a água de consumo humano de forma a evitar ameaça à saúde humana. A acumulação de compostos de nitrato estáveis no sangue reduz-lhe a capacidade de transporte de oxigénio. Crianças de idade inferior a um ano são as de maior risco: a ingestão de excessiva quantidade de nitrato pode causar metahemoglobina, geralmente conhecida por «bebé azul», e até a morte. (Bell, 1998).

Segundo Custodio e Llamas (1983), normalmente encontra-se nas águas doces em concentrações entre 0,1 mg/l e 10 mg/l, nas águas poluídas pode variar entre 200 mg/l e 1000 mg/l e na água do mar é inferior ou igual a 1 mg/l. Reimann e Caritat (1998) encontraram na água do mar concentrações médias entre 0,008 mg/l e 0,185 mg/l.

A determinação do ião nitrato (NO_3^-) foi obtida directamente pelo método de cromatografia iónica realizado no laboratório de Análise de Fluidos do departamento de Geologia da FCUL.

O ião nitrito (NO_2^-) resulta do produto da oxidação do ião amónio (NH_4^+) (origem química por desinfecção da água) ou da redução do ião nitrato (NO_3^-) (origem biológica por bactérias). Na água, em condições de oxidação normais, a conversão do ião nitrito (NO_2^-) em ião nitrato (NO_3^-) é quase imediata. A sua presença na água deverá por isso ser pontual e temporária. O ião nitrito (NO_2^-), segundo WHO (site, Agosto 2014), também pode ser formado quimicamente em tubos de distribuição de aço galvanizado contendo ião nitrato e pouco oxigénio, pela acção de bactérias *Nitrosomonas*, durante a estagnação da água potável, ou também quando o processo de cloraminação não for suficientemente controlado. Entende-se por processo de cloraminação o processo de desinfecção com a monoclóramina (NH_2Cl) produzida a partir da reacção entre o ião cloreto (Cl^-) e o amoníaco (NH_3), este na forma de amónia (NH_3).

Qualquer acumulação reflecte a existência de processos inibitórios da formação dos nitratos. As suas concentrações são, em regra, relativamente reduzidas, raramente excedendo, nas águas superficiais e nas águas potáveis, respectivamente, valores de 1 mg/l e de 0,1 mg/l. Nas águas captadas a partir da água da chuva ou da fusão de neves, as concentrações em nitritos são, eventualmente, mais altos, devido à influência dos óxidos de azoto atmosféricos. (Gadelha *et al.*, 2005).

O ião nitrito (NO_2^-) é um parâmetro simples, mas de fundamental importância na verificação da qualidade da água para consumo, pois a sua presença é um indicativo de contaminação recente, procedente de material orgânico vegetal ou animal. O DL n.º 306/2007, de 27 de Agosto, indica que uma água para consumo humano não pode ultrapassar 0,5 mg/l.

O ião nitrito (NO_2^-) é usado na indústria alimentar (como corante e na prevenção do desenvolvimento da bactéria que provoca o botulismo); na medicina; na veterinária; na fabricação de compostos nitrosos e de outros compostos orgânicos; na indústria têxtil; em fotografia; na indústria química

(como um reagente laboratorial e um inibidor de corrosão); na metalurgia e no fabrico de produtos de borracha. (Reimann e Caritat, 1998; site Nautilus – Tabela Periódica, Agosto 2014).

A determinação do ião nitrito (NO_2^-) foi obtida directamente do método de cromatografia iónica realizado no laboratório de Análise de Fluidos do departamento de Geologia da FCUL.

O ião fosfato (PO_4^{3-}) resulta da dissolução de rochas e de minerais fosfatados (apatite, feldspatos) e/ou da decomposição biológica, (Reimann e Caritat, 1998; Emídio, 2012). Trata-se de um ião solúvel e, em geral, precipita como fosfato de cálcio ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$). (Custodio e Llamas, 1983).

Numa água doce normal, segundo Custodio e Llamas (1983), a concentração do ião fosfato (PO_4^{3-}) varia entre 0,01 mg/l e 1 mg/l, podendo chegar a 10 mg/l e, excepcionalmente, a 50 mg/l. Segundo Reimann e Caritat (1998), uma água do mar contém até cerca de 0,18 mg/l, uma água de rio cerca de 0,06 mg/l, e uma água de chuva inferior a cerca de 0,15 mg/l.

A presença de ião fosfato pode ser natural, resultando da decomposição da matéria biológica e lixiviação de minerais, mas pode ser também de origem antropogénica, resultando de escorrências de terras agrícolas fertilizadas e de falhas do sistema de tratamento de águas residuais (fossas sépticas, escoamento de áreas de armazenamento de dejectos de animais, tratamento de água e preparações de limpeza comercial) (site da EPA, Janeiro 2015). Outras fontes de fosfato são os produtos industriais, tais como, os suplementos de alimentação animal, os conservantes alimentares, os agentes anticorrosão, os cosméticos, os pesticidas, os insecticidas, os fertilizantes, a cerâmica e os detergentes. (Cevik *et al.*, 2010; *in*: Emídio, 2012).

As águas residuais contêm aproximadamente uma concentração entre 10 mg/l e 30 mg/l de ião fosfato (PO_4^{3-}), que, segundo Corbitt (1998; *in*: Emídio, 2012) pode ser encontrado sob a forma de ortofosfato (inibidor de corrosão), de polifosfato (inibidor de corrosão) e de fósforo orgânico. Antes do desenvolvimento dos detergentes sintéticos, o teor de fósforo inorgânico variava geralmente de 2 mg/l a 3 mg/l, e as formas orgânicas de 0,5 mg/l a 1 mg/l. A maior parte do fósforo inorgânico, antes da industrialização e da agricultura intensiva, devia-se à regeneração do fósforo orgânico, este último derivado dos resíduos humanos, tais como a degradação metabólica das proteínas e a eliminação dos fosfatos libertados na urina. (Sawyer *et al.*, 1994; *in*: Emídio, 2012).

O ião fosfato (PO_4^{3-}) utilizado em cultivos fertilizados e em produtos detergentes pode causar a poluição de rios e mananciais (manancial – nascente ou fonte de água abundante que corre incessantemente), resultando na superpopulação de algas de superfície que diminuem o teor de oxigénio dissolvido na água (eutrofização). Sem oxigénio, a fauna aquática sofre consequências directas, podendo até resultar na morte de peixes em massa. Em 2011, a Comunidade Europeia mandou limitar o uso de fósforo nos detergentes da roupa em águas duras para 0,5 gramas por dose, tendo de estar limitado pelo menos a partir de 30 de Junho de 2013, e para os detergentes da loiça baixar para 0,3 gramas, aplicável a partir de 1 de Janeiro de 2017, de forma a evitar a eutrofização nos habitats aquáticos e os custos monetários nos processos químicos e biológicos de tratamento nas ETARs, pois nem todas as ETARs estão equipadas para efectuar a separação dos fosfatos. (Site da Comunidade Europeia, Agosto 2014).

De acordo com a legislação da Noruega (Reimann e Caritat, 1998), o valor máximo limite para o consumo humano é de cerca de 7 mg/l de ião fosfato (PO_4^{3-}). Em Portugal, o DL n.º 236/98, de 1 de Agosto, refere que, para a descarga de águas residuais, o valor limite de emissão (VLE), adaptando ao ião fosfato

(PO_4^{3-}), é de cerca de 30 mg/l, sendo de cerca de 9 mg/l em águas que alimentem lagoas ou albufeiras e de cerca de 1,5 mg/l quando a descarga é efectuada em lagoas ou albufeiras. Estes limites podem ser excedidos em lagos de pouca profundidade e de baixa taxa de renovação. Os valores limites de fósforo (P) foram adaptados para o ião fosfato (PO_4^{3-}) multiplicando pelo factor 3,0662. (Reimann e Caritat, 1998).

A determinação do ião fosfato (PO_4^{3-}) foi obtida directamente pelo método de cromatografia iónica realizado no laboratório de Análise de Fluidos do departamento de Geologia da FCUL.

O ião brometo (Br^-) resulta principalmente da dissolução de salmouras (concentração de sais pela evaporação da água de mares pré-históricos). Trata-se de um ião com comportamento semelhante ao ião cloreto (Cl^-). (Custodio e Llamas, 1983).

A concentração em ião brometo em águas doces geralmente é inferior a 0,01 mg/l, e na água do mar apresenta cerca de 65 mg/l. (Custodio e Llamas, 1983). No entanto, Reimann e Caritat (1998) referem 67,3 mg/l para uma água do mar, 0,03 mg/l para uma água de rio e inferior a 0,2 mg/l para uma água de chuva. Valores superiores a estes valores-padrão indicam contaminação antropogénica, por exemplo: corantes da indústria de cerâmica e de vidro, insecticidas agrícolas, raticidas, agente branqueador e sanitário na purificação de águas, produtos farmacêuticos, fotografias, tratamento de farinhas, fluidos de extintores, aditivo de gasolina. (Site da Nautilus – Tabela Periódica, 20/08/2014).

Uma água para o consumo humano deve conter um limite máximo de cerca de 0,2 mg/l de ião brometo (Br^-), valor encontrado na legislação da Rússia por Reimann e Caritat (1998) e indicado na Organização Mundial de Saúde (WHO, 2011).

A determinação do ião brometo (Br^-) foi obtida directamente pelo método de cromatografia iónica realizado no laboratório de Análise de Fluidos do departamento de Geologia da FCUL.

O ião fluoreto (F^-) pertence ao grupo de elementos menores mais importantes, apresentando concentrações entre 0,01 mg/l e 10 mg/l. Resulta da dissolução de várias rochas ígneas e sedimentares e de minerais (fluorite, micas, apatite), (Pereira, 2005; Reimann e Caritat). Trata-se de um ião com baixa solubilidade. (Custodio e Llamas, 1983).

A concentração do ião fluoreto (F^-) nas águas doces está frequentemente entre 0,1 mg/l e 1 mg/l, podendo às vezes chegar até 10 mg/l, e raramente 50 mg/l em águas muito sódicas com muito pouco cálcio (Ca^{2+}). Água do mar apresenta entre 0,6 mg/l e 0,7 mg/l. (Custodio e Llamas, 1983). Para Reimann e Caritat (1998), a concentração média da água do oceano é de cerca de 1,3 mg/l; da água dos rios cerca de 0,001 mg/l, podendo ser inferior a 0,05 mg/l nos rios do Canadá e 0,008 mg/l nos rios da Finlândia, da água subterrânea de cerca de 0,33 mg/l, e da água da chuva inferior a 0,05 mg/l.

Segundo Lafuente (1981), a concentração óptima de flúor na água de abastecimento depende das condições climáticas da região (temperatura média do ar). Refere ainda que, em águas com alta concentração em iões cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}), a absorção do ião fluoreto (F^-) é reduzida. Custodio e Llamas (1983) referem que a concentração em ião fluoreto (F^-) é elevada em águas ácidas e reduzida em águas ricas em ião cálcio (Ca^{2+}). De acordo com Fernandez-Rubio *et al.* (1982), a alta concentração em ião fluoreto (F^-) está associada, em simultâneo, com a alta concentração em ião sulfato (SO_4^{2-}). O ião sulfato (SO_4^{2-}) solubiliza-se mais facilmente que o ião fluoreto (F^-). A presença do ião fluoreto costuma estar

associada à fácies sulfatada cálcica, devido à presença do mineral fluorite. A temperatura das águas também influenciam este ião. Quanto maior a temperatura da água, mais elevada a concentração em ião fluoreto (F^-) na água, característica das águas termais que circulam em rochas ígneas e/ou sedimentares (carbonatadas com veios preenchidos por minerais: fluorite, gesso, apatite, e/ou minerais de argilas). (Fernandez-Rubio, 1982).

Além da ínfima influência geológica, as principais fontes de contaminação em ião fluorite são os efluentes das metalurgias, de fábricas têxteis, de pasta dentífricas, de plástico, de vidro, de cerâmicas e/ou de fertilizantes. (Reimann e Caritat, 1998; site Nautilus – Tabela Periódica, Agosto 2014).

Uma água de consumo humano, pelo DL n.º 306/2007 de 27 de Agosto, não deve ultrapassar 1,5 mg/l em ião fluoreto (F^-). Alta ingestão em ião fluoreto torna os ossos quebradiços e os dentes malformados e com aumento da porosidade. (WHO, 2011).

A determinação do ião fluoreto (F^-) foi obtida directamente pelo método de cromatografia iónica realizado no laboratório de Análise de Fluidos do departamento de Geologia da FCUL.

Os resultados das análises efectuadas no laboratório de Análise de Fluidos do Departamento de Geologia da FCUL foram sujeitos ao erro de balanço de massas (ERB), usando os vários modelos (**Quadro 3.III**) e opiniões de autores. (**Quadro 3.IV**)

Quadro 3.III – Determinação do erro de balanço de massas

Erro de Balanço de Massa (ERB) em %	Máximo valor ERB admissível numa análise química												
$ERB (\%) = \frac{\sum (\text{catiões} - \text{aniões})}{\sum (\text{catiões} + \text{aniões})} \times 100$ <p>Onde:</p> <p>Σcatiões – representa o somatório das espécies catiónicas expressas em meq/l;</p> <p>Σaniões – representa o somatório das espécies aniónicas expressas em meq/l.</p>	Custodio & Llamas, 1983												
	<table><tr><th>Condutividade eléctrica (µS/cm)</th><th>50</th><th>200</th><th>500</th><th>2000</th><th>>2000</th></tr><tr><td>ERB máximo admissível</td><td>30</td><td>10</td><td>8</td><td>4</td><td>4</td></tr></table>	Condutividade eléctrica (µS/cm)	50	200	500	2000	>2000	ERB máximo admissível	30	10	8	4	4
Condutividade eléctrica (µS/cm)	50	200	500	2000	>2000								
ERB máximo admissível	30	10	8	4	4								
$\frac{\sum \text{catiões (meq/l)}}{\sum \text{aniões (meq/l)}} = \frac{\text{Condutividade eléctrica (µS/cm)}}{100}$ <p>A 25°C a condutividade eléctrica dividida por 100 é directamente proporcional ao somatório dos catiões e/ou dos aniões (ambos expressos em meq/l).</p> <p>Esta relação é apenas válida para valores de condutividade eléctrica menores que 2000 µS/cm.</p>	Appelo & Postma, 1993 APHA <i>et al.</i> , 2012												
	Os valores aceitáveis estarão entre 0,9 e 1,1, caso contrário, ter-se-á de repetir a análise.												
$\frac{\text{TDS calculado}}{\text{Condutividade eléctrica}}$ <p>TDS (concentração de sólidos dissolvidos) (em mg/l):</p> $TDS = 0,6 \times \text{Alcalinidade} + Na + K + Ca + Mg + Cl + SO_4 + SiO_3 + (NO_3) + F$	APHA, AWWA e WEF, 2012												
	Deve situar-se entre 0,55 e 0,7.												
	Fora deste intervalo aconselha-se a repetir a análise. No entanto, pode indicar a presença de outros constituintes que não foram medidos, por exemplo, a amónia (NH ₄), e/ou existir uma fraca dissociação entre iões de cálcio e de sulfatos.												

Quadro 3.IV – Opinião de autores sobre aceitação do valor limite do ERB

Autores	Opinião quando não se verifica ERB nos intervalos estabelecidos
Custodio e Llamas (1983)	Diferença entre o somatório de aniões e de catiões devido a erros acumulados em cada uma das determinações individuais, quer por não terem sido consideradas contribuições iónicas menores, quer pela existência e quantidades anormais de iões não considerados no balanço.
Lobo de Pina (2009)	Erros mais elevados são obtidos de amostras com maior condutividade eléctrica.
Zhu e Andersen (2012)	Valor de ERB aceitável é empírico e arbitrário. Grandes ERB revelam sempre que algo está errado, no entanto há que comparar com os dados históricos e comparar as concentrações não comuns com a geologia local.
Bittencourt e Hindi (2000; <i>in</i> Ferreira, 2012)	Existem outros autores que aceitam erros de balanço de massa não superiores a 10%.
Fritz (1994; <i>in</i> Zhu & Anderson, 2002)	Muitas análises de água apresentadas em 68 artigos da <i>Applied Geochemistry</i> , <i>Geochemica et Cosmochimica Acta</i> , <i>Water Resources Research</i> , <i>Ground Water</i> e do <i>Journal of Hydrology</i> , bem como em relatórios ambientais não publicados, apresentavam erros de balanço superiores a 5%, existindo muitos deles superiores a 50%.
Caroça, 2015	Conclui-se que os resultados variam consoante o método utilizado, e, corroborando a opinião de Zhu e Anderson (2002), que o valor limite de erro de balanço aceitável é empírico e arbitrário.

A concentração de sólidos dissolvidos totais (TDS) corresponde à porção de sólidos que passam por um filtro de 2 µm (ou mais pequeno). Consiste na soma de sais inorgânicos (principalmente: cálcio, magnésio, potássio, sódio, hidrogenocarbonato, cloreto e sulfato) com pequenas quantidades de matéria orgânica dissolvidas na água. As origens destes sais podem ser geológicas, como de águas de escorrências e de águas residuais urbanas. (WHO, 2011).

APHA *et al.* (2012) determina TDS em mg/l, com base no valor da condutividade eléctrica (µS/cm) através do seguinte cálculo:

$$\text{TDS} = 0,6 \times \text{alcalinidade} + [\text{Na}^+] + [\text{K}^+] + [\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}] + [\text{Cl}^-] + [\text{SO}_4^{2-}] + [\text{NO}_3^-] + [\text{F}^-]$$

De acordo com WHO (2011), uma água é considerada boa quando o valor de TDS é menor que 600 mg/l, tornando-se com mau sabor quando apresenta valor superior a 1000 mg/l. Segundo Freeze e Cherry (1979, *in*: Andrade, 2004) e Fetter (1994, *in*: Andrade, 2004), uma água doce apresenta valores de TDS entre 0 mg/l e 1000 mg/l, uma água salobra valores de TDS entre 1000 mg/l e 10000 mg/l, uma água salina valores de TDS entre 10000 mg/l e 100000 mg/l e uma água de salmoura superior a 100000 mg/l.

A salinidade, segundo Mazor (1997), é a quantidade de sais dissolvidos na água, expressa em gramas por litro ou em permilagem. De acordo com Faure e Mensing (2005), a salinidade é a quantidade total de material sólido, em gramas, contida num quilograma de água do mar quando todo o carbonato foi convertido para óxido, bromo e iodo e estes foram substituídos por cloro, e toda a matéria orgânica foi completamente oxidada.

Como a salinidade é difícil de medir directamente, ela é determinada a partir da clorinidade da água do mar. A clorinidade, Cl (‰), é definida como a massa de cloro, em gramas, contida em cada quilograma de água do mar, ou aproximadamente 1 litro, sendo o seu valor transformado em salinidade (S‰) pela aplicação de uma fórmula empírica:

$$\text{S(‰)} = 1,80655 \text{ Cl (‰)}$$

Com esta fórmula, uma salinidade de 35‰ (água do mar) corresponde a uma clorinidade de 19,374‰. Uma água doce pode apresentar uma salinidade entre 0‰ e 0,5‰ e uma água salobra entre 0,5‰ e 30‰. (UNESCO, 1981).

De acordo com Mazor (1997), a salinidade junto ao litoral é mais baixa do que no interior dos oceanos, em virtude da diluição assegurada pelo desaguar constante dos rios; diminui com o aumento da pluviosidade e da latitude, sendo muito baixa nos mares gelados. Faure e Mensing (2005) reforçam afirmando que a salinidade da água do mar no oceano aberto de 34,71‰ é reduzida, como resultado da diluição por água doce descarregada pelos rios (por exemplo, o Mar de Báltico) ou pelo derretimento dos icebergs; e é aumentada pela concentração por evaporação (por exemplo, o Mar Vermelho) e pela formação de gelo (por exemplo, o Mar de Weddell da Antártica). Segundo Heitor (2000), «o aumento de salinidade é igualmente provocado pela saturação de nitratos no solo o que diminui a produtividade vegetal».

A classificação das águas pode ser auxiliada por várias técnicas (Lafuente, 1981; Mattheus, 1982; Custodio & Llamas, 1983), mas neste trabalho foram utilizadas: o Diagrama de Stiff Modificado e o Diagrama de Piper.

O diagrama de Stiff é um diagrama sugerido por Stiff em 1951, para representar a composição iónica das águas. Consiste num conjunto de segmentos de rectas horizontais igualmente espaçados e cortados por um outro segmento de recta normal a esse conjunto. Este segmento de recta vertical divide os cations (posicionados no lado esquerdo) dos aniões (posicionados no lado direito). Cada segmento de recta horizontal representa o ião ou os iões e o comprimento do segmento depende da concentração desse ião ou desses iões em meq/l (mili equivalentes por litro). Segundo Custodio e Llamas (1983), pode-se usar três segmentos de recta horizontais paralelos com os seguintes cations: ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$), Ca^{2+} , Mg^{2+} , e com os seguintes aniões ($\text{Cl}^- + \text{NO}_3^-$), ($\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$), SO_4^{2-} ; ou com quatro segmentos de recta, com os seguintes iões: K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , ($\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$). A união dos extremos do conjunto de todos os segmentos de recta dá origem a um polígono. A forma do polígono obtida é característica do quimismo da água em estudo. (Lafuente, 1981; Mattheus, 1982; Custodio & Llamas, 1983; Oliveira, 1995). (**Fig. 3.5**)

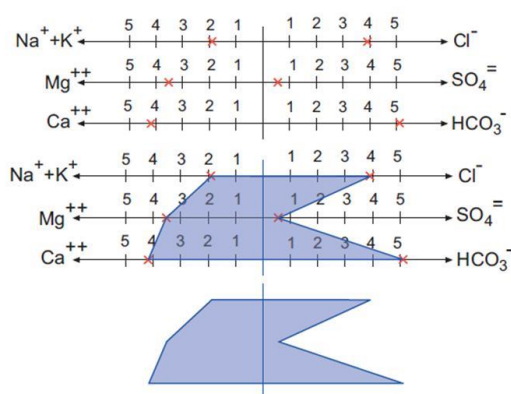


Figura 3.5 – Elaboração do Diagrama de Stiff a partir da seguinte análise:

$\text{Ca}^{2+} = 4,2 \text{ meq/l}$, $\text{Mg}^{2+} = 3,5 \text{ meq/l}$, $\text{Na}^+ + \text{K}^+ = 1,9 \text{ meq/l}$, $\text{HCO}_3^- = 5,1 \text{ meq/l}$, $\text{SO}_4^{2-} = 0,6 \text{ meq/l}$,
 $\text{Cl}^- = 3,9 \text{ meq/l}$. (Retirado de site hidrologia, Agosto 2014)

A este polígono é-lhe atribuído uma fácies hidroquímica. A fácies hidroquímica resulta do primeiro nome do anião seguido do catião, ambos apresentando concentrações mais elevadas em relação aos restantes estudados. Quando não existem concentrações que se destacam, recorre-se à classificação dos dois aniões e/ou dois catiões mais abundantes. (Duarte de Oliveira, 2010).

Os polígonos são projectados em mapas hidrogeoquímicos com o centro do diagrama coincidente com o local de amostragem. A sua projecção permite uma melhor comparação visual das diferentes águas da região. (Duarte de Oliveira, 2010).

As vantagens de usar o Diagrama de Stiff são:

- Auxilia de forma iónica qual o percurso que foi seguido pela água;
- Mostra a variação da composição iónica de uma água ao longo do tempo e do espaço.

A desvantagem do Diagrama de Stiff é de apenas só se ter uma análise projectada. (Lafuente, 1981; Mattheus, 1982; Custodio & Llamas, 1983; Oliveira, 1995).

Neste trabalho, os diagramas foram elaborados com o auxílio do software denominado ACQUAQUEM (versão 5.1), utilizando três catiões (Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) e três aniões (Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-}), com as concentrações em meq/l (mili equivalente por litro).

O Diagrama de Piper, sugerido por Piper em 1944, é um diagrama triangular para a classificação das águas em estudo, o qual consiste em dois triângulos equiláteros e um losango. Este diagrama representa uma análise por meio de três pontos. O terceiro ponto situa-se no losango indicando o carácter da água representado pelas relações ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) a ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$) e ($\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$) a ($\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$). (Lafuente, 1981). As concentrações projectadas terão de estar na forma de % meq/l ou equivalentes por milhão (epm). (Fig. 3.6)

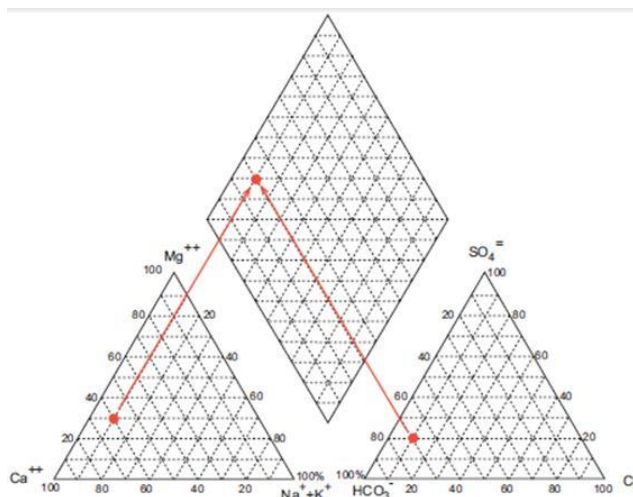


Figura 3.6 – Diagrama Piper com uma análise de água projectada, com a seguinte composição:

$\text{Ca}^{2+} = 60\% \text{ meq/l}$, $\text{Mg}^{2+} = 30\% \text{ meq/l}$, $\text{Na}^+ + \text{K}^+ = 10\% \text{ meq/l}$, $\text{HCO}_3^- = 70\% \text{ meq/l}$, $\text{SO}_4^{2-} = 20\% \text{ meq/l}$,
 $\text{Cl}^- = 10\% \text{ meq/l}$. (Site hidrologia, Agosto 2014)

A intersecção do prolongamento dos pontos na área do losango define sua posição e classifica a amostra de acordo com a sua fácies hidroquímica. (Fig. 3.7)

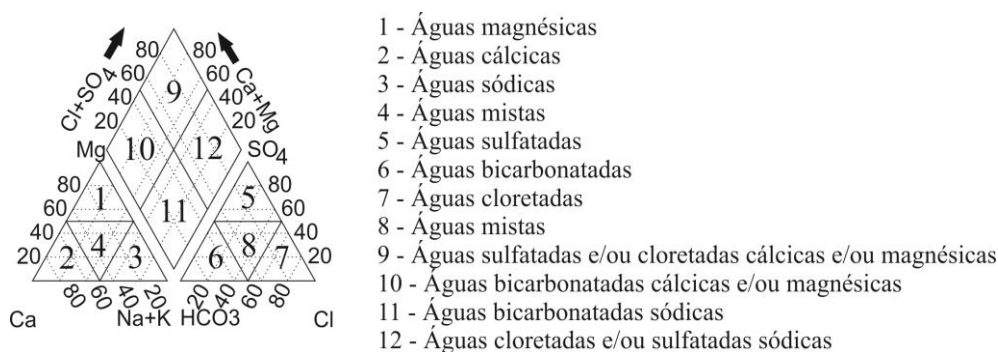


Figura 3.7 – Diagrama Piper com a definição dos tipos hidroquímicos.

(Adaptado de Custodio & Llamas, 1983)

Segundo Appelo e Postma (1993), a fácies hidroquímica define o tipo de água, do seguinte modo, o campo:

- 9 com a fácies hidroquímica «águas sulfatadas e/ou cloretadas cálcicas e/ou magnésicas» significa que se trata de águas sulfatadas cálcicas típicas de águas subterrâneas com gesso e águas de escorrência de minas;
- 10 com a fácies hidroquímica «águas bicarbonatadas cálcicas e/ou magnésicas» significa que se trata de águas bicarbonatadas cálcicas típicas de águas superficiais e de águas subterrâneas doces;
- 11 com a fácies hidroquímica «águas bicarbonatadas sódicas» significa que se trata de águas bicarbonatadas sódicas típicas de águas subterrâneas profundas, doces influenciadas pela troca de iões;
- 12 com a fácies hidroquímica «águas cloretadas e/ou sulfatadas sódicas» significa que se trata de águas cloretadas sódicas típicas de águas marinhas e de águas subterrâneas profundas antigas.

O exemplo projectado no Diagrama Piper da **figura 3.6** indica tratar-se de uma água superficial ou de uma água subterrânea com fácies hidroquímica bicarbonatada cálcico-magnésica.

As vantagens deste tipo de diagrama são:

- Representar muitas análises no mesmo diagrama sem dar origem a confusões, ficando as águas geoquimicamente semelhantes agrupadas em áreas bem definidas, classificando-as pela sua fácies hidrogeoquímicas. (Custodio & Llamas, 1983);
- Identificar mistura de águas;
- Verificar alterações e/ou se a água deriva de outra por um determinado elemento químico, através da orientação dos pontos relativamente a um determinado vértice. (Lafuente, 1981).

As desvantagens são:

- As concentrações terem de serem transformadas em % meq/l, (renormalizadas);
- Não ser facilmente possível projectar águas onde outros catiões ou aniões sejam significativos.

Os índices hidrogeoquímicos auxiliam-nos na percepção da influência que a água analisada sofreu na altura da sua colheita. O quadro seguinte fornece os vários índices hidrogeológicos usados com a respectiva interpretação de acordo com vários autores. (Custodio e Llamas, 1983; Geta, 1988; Mattheus, 1982; Batsche *et al.*, 1982; Simões, 1998). (**Quadro 3.V**)

Quadro 3.V – Índices hidrogeoquímicos

Índice hidrogeológico	Interpretação
$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) < r\text{HCO}_3^-$	Água influenciada pela invasão de águas ricas em iões sódio (Na^+) e cloreto (Cl^-). Existe troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+).
$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	Se o valor da razão for: – entre 0,1 e 5 corresponde a uma água continental, – entre 20 a 50 corresponde a uma água do mar, – superior a 5, a água está a ser influenciada por intrusão salina, – superior a 50, a água está sujeita a contaminação antrópica.
$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	Se o valor da razão for: – entre 0,001 e 1 corresponde a uma água doce, – entre 0,02 e 0,025 corresponde a uma água do mar, ou a uma intrusão salina ou a uma lixiviação de evaporitos ou de salmouras.
$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	Se o valor da razão for: – entre 0,3 a 1,5 corresponde a uma água continental, – 5 corresponde a água do mar, – próximo de 1 corresponde a uma água com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina, – inferior a 0,7 corresponde a águas em contacto com gesso, anidrite e/ou minerais de cloreto de sódio (halite), – 0,9 corresponde a uma água em contacto com halite, – superior a 1,5 pode corresponder a uma água influenciada por intrusão marinha, se a captação for próxima do mar, ou corresponder a uma água sujeita a forte contaminação antrópica, se a captação for afastada do mar.
$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	Se o valor da razão for: – 0,1 a 5 corresponde a uma água continental, – 0,05 a 0,03 corresponde a uma água saturada em sulfato de cálcio (CaSO_4) em contacto com a halite, – inferior a 0,036 corresponde a uma água em contacto com o diapiro.
Índice de troca de bases (I.T.B.)	Se o resultado for: – positivo, então $r\text{Cl}^- > r\text{Na}^+$ – a água revela a presença de fenómenos de fixação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas em troca dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$), – nulo, então $r\text{Cl}^- = r\text{Na}^+$ – não existem trocas de iões, – negativo, então $r\text{Cl}^- < r\text{Na}^+$ – a água revela a presença de fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) das rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$).

A intrusão marinha ou salina é o processo que se pode verificar nos aquíferos costeiros e que consiste no avanço sobre o continente de massas de água salgada. (DL n.º 382/99, de 22 de Setembro).

A composição da água do mar, retirada do programa PHREEQC (versão 3), serviu para se comparar com a composição das águas analisadas:

$$[\text{Cl}^-] = 19355 \text{ mg/l}$$

$$[\text{Na}^+] = 10760 \text{ mg/l}$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] = 2712 \text{ mg/l}$$

$$[\text{Mg}^{2+}] = 1294 \text{ mg/l}$$

$$[\text{Ca}^{2+}] = 413 \text{ mg/l}$$

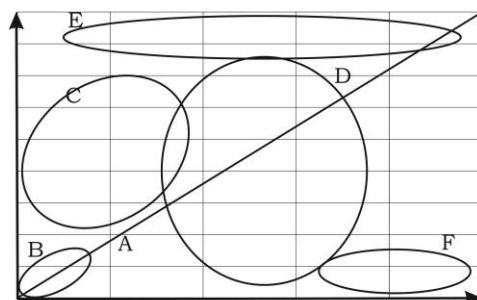
$$[\text{K}^+] = 387 \text{ mg/l}$$

$$[\text{HCO}_3^-] = 142 \text{ mg/l}$$

$$[\text{Br}^-] = 67 \text{ mg/l}$$

$$[\text{F}^-] = 13 \text{ mg/l}$$

A construção de vários gráficos relacionando os diversos parâmetros (condutividade eléctrica com os diversos iões maiores estudados, ião cloreto com o ião sulfato, ião sódio com os iões cloreto e cálcio, ião potássio com o ião cloreto, ião nitrato com o ião cloreto, ião brometo com os iões cloreto e sulfato). Dependendo da distribuição dos pontos projectados no gráfico, e do conhecimento geral das amostras de água, assim se interpretaram as águas analisadas. Várias relações foram interpretadas da seguinte forma: **(Fig. 3.8)**



- A - pontos distribuídos ao longo de uma recta, existe correlação entre os dois parâmetros
- B - pontos concentrados com baixos valores, as águas têm a mesma origem geológica
- C - pontos acima da recta designada por A (as concentrações dos dois parâmetros são iguais), as águas encontram-se contaminadas pelas actividades humanas
- D - pontos distribuídos sensivelmente a meio do gráfico, as águas estão influenciadas pela interacção água-rocha e pelas actividades humanas
- E - pontos com elevados valores em ambos os parâmetros, as águas encontram-se fortemente influenciadas pela lixiviação de rochas
- F - pontos com baixo e alto valor, as águas encontram-se influenciadas por descargas urbanas, industriais e agro-pecuárias

Figura 3.8 – Breve explicação sobre a interpretação de gráficos

Excepto para as relações entre SO_4^{2-} e NO_3^- e entre NO_3^- e Cl^- . **(Fig. 3.9)**

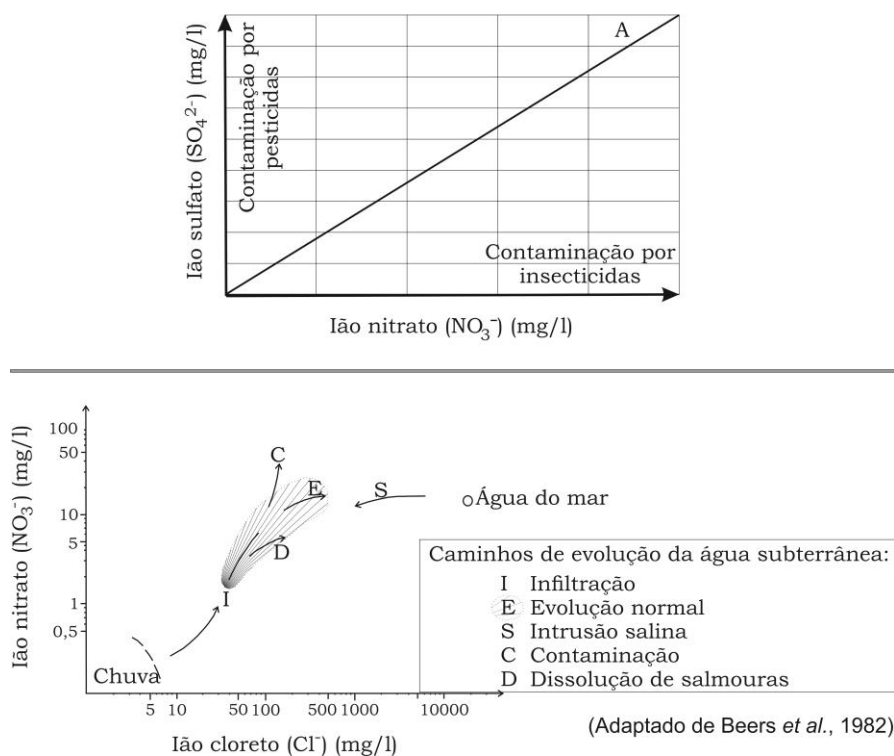


Figura 3.9 – Dois modelos de explicação de gráficos

A determinação dos índices de saturação (IS) por intermédio do programa de computação PHREEQC permite conhecer os diferentes estados de equilíbrio relativos a diversas fases minerais, neste caso, aragonite (CaCO_3), calcite (CaCO_3), dolomite ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), anidrite (CaSO_4), gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), fluorite (CaF_2), halite (NaCl), silvite (KCl), hidroxiapatite ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$) e enxofre (S). Recorda-se que o índice de saturação (IS) de qualquer fase sólida é obtido por intermédio do quociente entre a expressão de LAM (Q) e a constante de equilíbrio (K) ($\text{IS} = \text{Q}/\text{K}$). O resultado pode ser:

- próximo de 1 se a água se encontra em equilíbrio com a fase sólida (mineral);
- superior a 1 se a água se encontra sobresaturada em relação à fase sólida (mineral), podendo existir precipitação dessa fase sólida (mineral);
- inferior a 1 se a água se encontra subsaturada em relação à fase sólida (mineral). Neste caso, Q ainda não atingiu o estado de equilíbrio e tem tendência a dissolver a fase sólida (mineral). (Almeida, 1985; Carvalho, 1989; Fernandes, 2000).

Em zonas de rochas carbonatadas, como o exemplo do presente estudo, é costume existir a sobressaturação de carbonatos [aragonite (CaCO_3), calcite (CaCO_3) e dolomite ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$)] nas águas, sob diferentes valores de índice de saturação. Quando isto se verifica, várias hipóteses são colocadas (Langmuir, 1997):

- rápido aumento da temperatura com consequente diminuição da solubilidade dos carbonatos e do CO_2 ;
- mistura de águas, por exemplo nas zonas costeiras há sobressaturação em calcite provocada por mistura de águas subterrâneas doces e salinas;
- adição de ião comum, por exemplo o cálcio do gesso, o qual é muito mais solúvel do que o da calcite;

- adsorção pelo carbonato de substâncias: magnésio (Mg), fosfato (PO_4), estrôncio (Sr), bário (Ba), chumbo (Pb) e orgânicos, que provocam a rápida precipitação ou a necessidade de maior tempo de residência no sistema água-rocha para ocorrer a nucleação e precipitar;

- evaporação de toda a água líquida, ou a do solo ou a do lago de bacia fechada, conduz à precipitação da calcite. Dependendo da extensão da evaporação e das quantidades e composições de águas afluentes, primeiro precipita a calcite, e depois a dolomite, a qual pode ser seguida pelo gesso / anidrite, depois halite e finalmente, mais complexo de sais de sulfato, de carbonato e de halite;

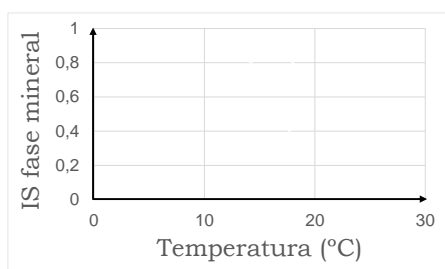
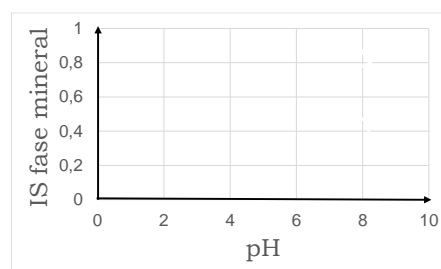
- perda de CO_2 :

- por libertação associada ao decaimento da matéria orgânica (incluindo a do esgoto) ou causada pelo afluxo de águas subterrâneas muito ricas em CO_2 ,

- ou pela fotossíntese realizada em rios, lagos e oceanos pouco profundos onde as águas contêm abundante vegetação, na qual pode ser ampliada se existir também velocidade da água muito lenta e elevada concentração de nitrogénio (N), de fósforo (P) e de cargas orgânicas derivadas de poluição.

Langmuir (1997) refere ainda que a calcite (CaCO_3) é mais estável (menos solúvel) que a aragonite (CaCO_3) e dissolve-se mais rapidamente que a dolomite. A dissolução da calcite (ou outro carbonato) é favorecida pelo aumento de CO_2 e diminuição de pH. A precipitação pode resultar de diminuição de CO_2 ou aumento de pH.

Elaboraram-se gráficos de índice de saturação em função da temperatura, do pH e do CO_2 dissolvido para cada fase mineral de forma a conhecer qual o principal parâmetro (temperatura, pH ou dióxido de carbono dissolvido) que está a facilitar a precipitação de carbonatos (**Fig. 3.10 a), b) e c)**). Além destes, e com o objectivo de perceber se as águas analisadas estão mais próximas da saturação por calcite ou por dolomite, elaborou-se o gráfico índice de saturação da calcite em função da dolomite (**Fig. 3.10 d)**) e/ou dividiu-se os seus índices de saturação. Se a razão entre $\text{IS}_{\text{calcite}}/\text{IS}_{\text{dolomite}}$ for inferior a 1 indica que a saturação ou a sobressaturação em calcite é menor que a da dolomite, se superior a 1, pode, segundo Reis (1993), sugerir a circulação da água em terrenos dolomíticos.

**a)****b)**

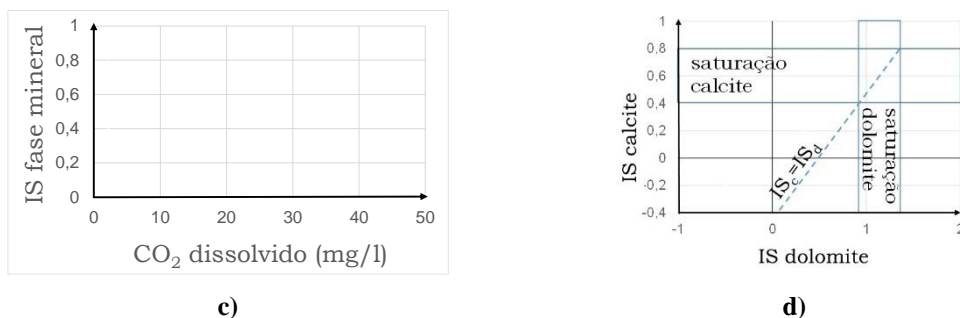


Figura 3.10 – Vários gráficos modelo: **a)** índice de saturação de uma fase mineral em função da temperatura (°C), **b)** índice de saturação de uma fase mineral em função do pH, **c)** índice de saturação de uma fase mineral em função do dióxido de carbono dissolvido em mg/l, **d)** índice de saturação da calcite em função do índice de saturação da dolomite

Os elementos vestigiais (também denominados elementos traço ou elementos raros) encontram-se presentes na litosfera em concentrações inferiores a 1%. Eles são os constituintes dos depósitos minerais e metais, estando as suas concentrações ligadas às rochas plutónicas, vulcânicas, metamórficas e sedimentares. (Bariand, *et al.*, 1977). Mas também podem ser derivados da meteorização das rochas ou introduzidos no ambiente pelas actividades humanas (por exemplo: queima de combustíveis fósseis, actividade mineira, resíduos sólidos urbanos, ETAR, aterros, efluentes industriais). (Drever, 1997). A extensão da dispersão dos elementos vestigiais depende da intensidade da meteorização química e/ou da produção pelas actividades humanas, da sua volatilidade, reactividade e solubilidade. (Purves, 1985).

O resultado das análises obtidas do laboratório ActLabs foi, numa primeira fase, analisado tendo em atenção as concentrações que se encontram sistematicamente abaixo ou frequentemente próximas do limite de detecção do respectivo método analítico (**Fig. 3.11**). Importa referir que, por motivos desconhecidos, as amostras de águas colhidas não foram de imediato para este laboratório, cujo resultado poderá não ser fiável. Por exemplo, para o ião brometo as concentrações determinadas neste laboratório e no de Análise de Fluidos da FCUL são muito díspares, pelo que se rejeitaram os dados do ActLabs.

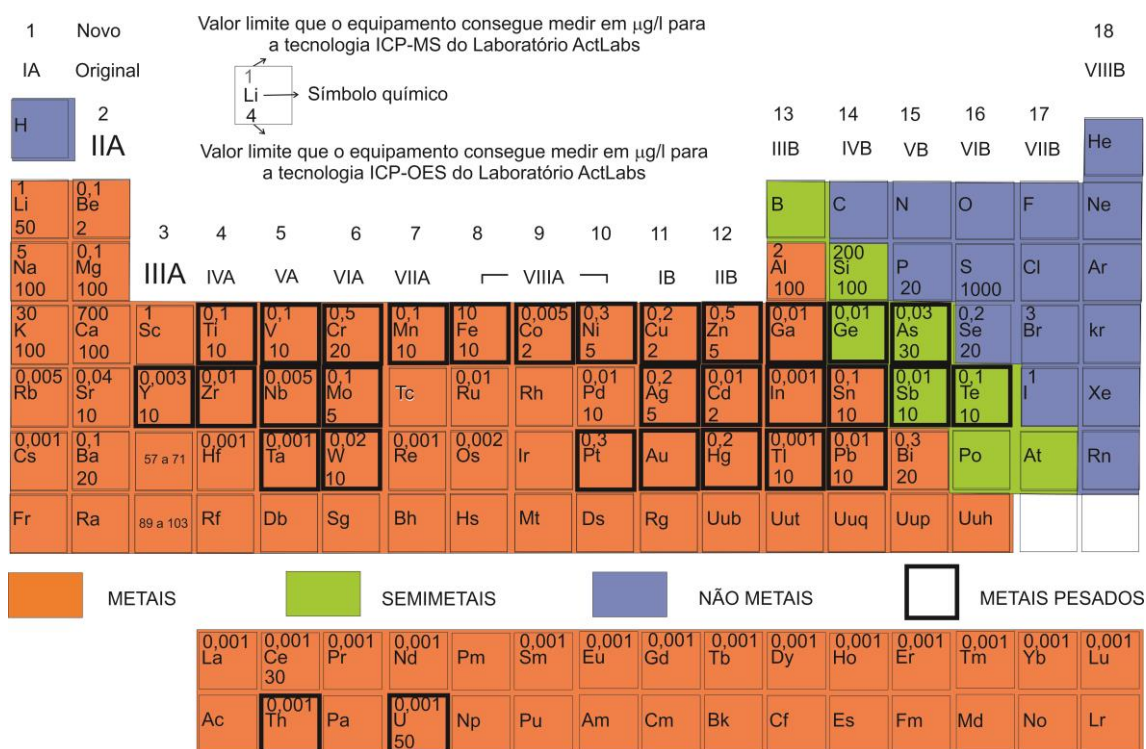


Figura 3.11 – Tabela Periódica com indicação dos elementos que foram analisados e os valores limite de detecção da tecnologia utilizada no Laboratório ActLabs

As concentrações de outros elementos menores ou elementos traço analisados no Laboratório ACTLABS – Activation Laboratories, LTD foram comparados com os valores padrão de Reimann e Caritat (1998). Nem todos os elementos vestigiais apresentam níveis de tolerância estabelecidos, porque, embora já se conheçam alguns riscos para a saúde humana, normalmente a concentração na água de beber é tão ínfima, e/ou o tempo de exposição é tão curto, que pouco afecta (exemplos: germânio (Ge) e tântalo (Ta)) e/ou os dados geoquímicos são poucos (exemplo: gálio (Ga)). (Merian, 1991). Segundo o Senhor Director Geral do Ambiente da Comissão Europeia, Astrid Schomaker (carta Ref. Ares (2013)107074 - 29/01/2013; consultar no «Anexo»), os elementos químicos só serão incluídos na legislação nacional dos estados-membros sobre água potável, quando se considerarem perigosos para a saúde humana. O **quadro 3.VI** representa os elementos vestigiais estudados e os valores máximos permitidos para consumo humano.

Quadro 3.VI – Níveis de tolerância estabelecidos para uma água de consumo humano

	Limite máximo para consumo humano (mg/l)	
Antimónio (Sb)	(Portugal) 0,005 ⁽⁴⁾	
Arsénio (As)	(Portugal) 0,01 ⁽⁴⁾	
Bário (Ba)	(Portugal) 0,1 ⁽⁵⁾	
Berílio (Be)	(WHO) 0,012 ⁽²⁾	
Bismuto (Bi)	(Rússia) 0,1	
Brometo (Br)	(Rússia) 0,2 ⁽¹⁾	
Cádmio (Cd)	(Portugal) 0,005 ^(3 e 4)	
Cério (Ce)	sem informação	
Césio (Cs)	sem informação	
Chumbo (Pb)	(Portugal) 0,01 ⁽³⁾	
Cobalto (Co)	(Rússia) 0,1 ⁽¹⁾	
Cobre (Cu)	(Portugal) 2 ⁽⁴⁾	
Cromo (Cr)	(Portugal) 0,05 ^(3 e 4)	
Disprósio (Dy)	sem informação	
Enxofre (S)	(Portugal) SO ₄ 250 (S é 83) ^(3, 1)	
Érbio (Er)	sem informação	
Escândio (Sc)	sem informação	
Estanho (Sn)	(WHO) não necessário (150) ⁽²⁾	
Estrôncio (Sr)	(Rússia) 7 ⁽¹⁾	
Európio (Eu)	sem informação	
Ferro (Fe)	(Portugal) 0,2 ⁽³⁾	
Fósforo (P)	(Portugal) 0,4 ⁽⁴⁾	
Gadolínio (Gd)	sem informação	
Gálio (Ga)	sem informação	
Germânio (Ge)	sem informação	
Háfnio (Hf)	sem informação	
Hólmio (Ho)	sem informação	
Índio (In)	sem informação	
Iodo (I)	(WHO) não necessário (17) ⁽²⁾	
Itérbio (Yb)	sem informação	
Ítrio (Y)	sem informação	
Lantânio (La)	sem informação	
Lítio (Li)	(Rússia) 0,03 ⁽¹⁾	
Lutécio (Lu)	sem informação	
Manganês (Mn)	(Portugal) 0,05 ⁽³⁾	
Mercurio (Hg)	(Portugal) 0,001 ^(3 e 4)	
Molibdénio (Mo)	(WHO) 0,07 ⁽²⁾	
Neodímio (Nd)	sem informação	
Nióbio (Nb)	(Rússia) 0,01 ⁽¹⁾	
Níquel (Ni)	(Portugal) 0,02 ⁽³⁾	
Ósmio (Os)	sem informação	
Paládio (Pd)	sem informação	
Platina (Pt)	sem informação	
Praseodímio (Pr)	sem informação	
Prata (Ag)	(Portugal) 0,01 ⁽⁵⁾	
Rénio (Re)	sem informação	
Rubídio (Rb)	sem informação	
Ruténio (Ru)	sem informação	
Samário (Sm)	sem informação	
Selénio (Se)	(Portugal) 0,001 ^(3 e 4)	
Tálio (Tl)	(US EPA) 0,05 ⁽¹⁾	
Tântalo (Ta)	sem informação	
Telúrio (Te)	(Rússia) 0,01 ⁽¹⁾	
Térbio (Tb)	sem informação	
Titânio (Ti)	sem informação	
Tório (Th)	(França) 9 ⁽⁶⁾	
Túlio (Tm)	sem informação	(1) Reimann e Caritat <i>et al.</i> , 1998
Tungsténio (W)	(Rússia) 0,05 ⁽¹⁾	(2) WHO, 2011
Urânio (U)	(WHO) 0,03 ⁽²⁾	(3) DL n.º 306/2007, de 27 de Agosto
Vanádio (V)	(Rússia) 0,1 ⁽¹⁾	(4) DL n.º 243/2001, de 5 de Setembro
Zinco (Zn)	(Portugal) 0,5 ⁽⁵⁾	(5) DL n.º 236/98, de 1 de Agosto
Zircónio (Zr)	sem informação	(6) Rodier <i>et al.</i> , 1978

O **quadro 3.VI** apresenta vários elementos químicos sem valor paramétrico, tal como atrás já se tinha mencionado. Para este estudo, de forma a decidir que águas poderão estar a ser contaminadas, optou-se por considerar a ultrapassagem do valor padrão mais alto, segundo Caritat e Reimann (1998), para uma água de rio ou do mar, como possível contaminação. (**Quadro 3.VII**)

Quadro 3.VII – Valores padrão de Reimann e Caritat (1998) para água de rio, com excepção de dois elementos, rubídio (Rb) e cério (Cs), onde se utilizou o valor padrão para água do mar

	Valor padrão (Reimann e Caritat, 1998)
Cério (Ce)	0,0091
Césio (Cs)	0,0003 (mar)
Disprósio (Dy)	0,000028
Érbio (Er)	0,000016
Escândio (Sc)	0,0038
Európio (Eu)	0,000006
Gadolinio (Gd)	0,000033
Gálio (Ga)	0,0001
Germânio (Ge)	0,00008
Háfnio (Hf)	0,000008
Hólmio (Ho)	0,000005
Índio (In)	0,00001
Itérbio (Yb)	0,00006
Ítrio (Y)	0,003
Lantânio (La)	0,00009
Lutécio (Lu)	0,00001
Neodímio (Nd)	0,000146
Ósmio (Os)	0,00001
Paládio (Pd)	0,0001
Platina (Pt)	0,00001
Praseodímio (Pr)	0,000033
Rénio (Re)	0,00001
Rubídio (Rb)	0,12 (mar)
Ruténio (Ru)	0,0001
Samário (Sm)	0,00001
Tântalo (Ta)	0,000005
Térbio (Tb)	0,000005
Titânio (Ti)	0,0926
Túlio (Tm)	0,000005
Zircónio (Zr)	0,001

Isótopos (que significa o mesmo lugar) foi, em 1913, o nome proposto por Soddy para átomos posicionados no mesmo lugar na Tabela Periódica, que contenham o mesmo número de protões e de electrões (número atómico), mas diferente número de neutrões. Átomo é a porção mais pequena da matéria que caracteriza um elemento químico, composta por um núcleo (constituído por protões e neutrões) em torno do qual se movimentam os electrões. (Gil &Cardoso, 1988).

A composição isotópica (R) é expressa pela razão entre o isótopo mais pesado (mais raro) e o mais leve (mais abundante), ($^{18}\text{O} / ^{16}\text{O}$) e ($^2\text{H} / ^1\text{H}$). (Mazor, 1997). O desvio da razão R em relação a um padrão é representado pela notação “ δ ‰” (delta por mil) e o seu valor é obtido pela seguinte expressão (Drever, 1988):

$$\delta = \frac{R_{\text{amostra}} - R_{\text{padrão}}}{R_{\text{padrão}}} \times 1000$$

Valores positivos de δ significam um enriquecimento em relação ao padrão, enquanto valores negativos representam um empobrecimento. (Beduschi, 2008).

O padrão internacional actualmente utilizado para o oxigénio (^{18}O) e o hidrogénio (^2H) é o V-SMOW (*Vienna Standard Mean Ocean Water*).

O estudo do ciclo natural dos isótopos estáveis da água na Natureza confunde-se com o estudo do próprio ciclo hidrológico. (Beduschi, 2008) (**Fig. 3.12**)

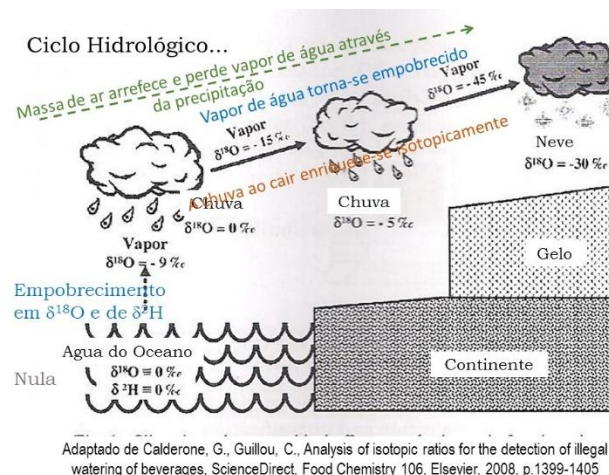


Figura 3.12 – Os isótopos ^{18}O e ^2H no ciclo hidrológico. (Adaptado de Calderone & Guillou, 2008). O grau de empobrecimento nos valores de precipitação estão relacionados com o aumento da altitude, da distância à costa, da latitude e do volume de chuva. (Beduschi, 2008)

No mar o desvio isotópico é nulo. Da evaporação desta água resulta um empobrecimento em isótopos pesados (deutério e oxigénio 18). Como a massa de ar segue uma trajectória desde a origem (oceanos, mares) sobre os continentes, esta arrefece e perde vapor de água ao longo do caminho através da precipitação. Durante este processo de precipitação, a chuva ao cair enriquece-se isotopicamente e o vapor torna-se progressivamente empobrecido no seu conteúdo em ^{18}O e ^2H .

Os valores de $\delta^{18}\text{O}$ e de $\delta^2\text{H}$ permitem determinar:

- Se há ocorrência de mistura de águas com: águas de precipitação, águas superficiais (lagos, rios), águas de diferentes sistemas de aquíferos, água do mar e/ou com salmouras;
- O mecanismo de salinização da água subterrânea associado a: fenómenos de intrusão marinha e/ou salmouras, dissolução de sais evaporíticos ao longo do fluxo subterrâneo, concentração por evaporação. (Caroça, 2014^b).

No presente trabalho, escolheram-se algumas amostras para serem sujeitas a análise isotópica de Oxigénio-18 e de Hidrogénio-2, no Laboratório Stable Isotopes and Instrumental Analysis Facility (SIIAF), do Centro de Biologia Ambiental (CBA) da Universidade de Lisboa, através do espectrómetro de massa de fluxo isótopo contínuo (CF-IRMS).

As razões isotópicas $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^2\text{H}$, expressas em ‰, relativamente ao padrão VSMOW (*Vienna Standard Mean Ocean Water*), com uma incerteza de $\pm 0,1\text{‰}$, foram projectadas num gráfico padrão para se poder conhecer qual a origem da água e a que fenómenos poderá estar sujeita. (**Fig. 3.13**)

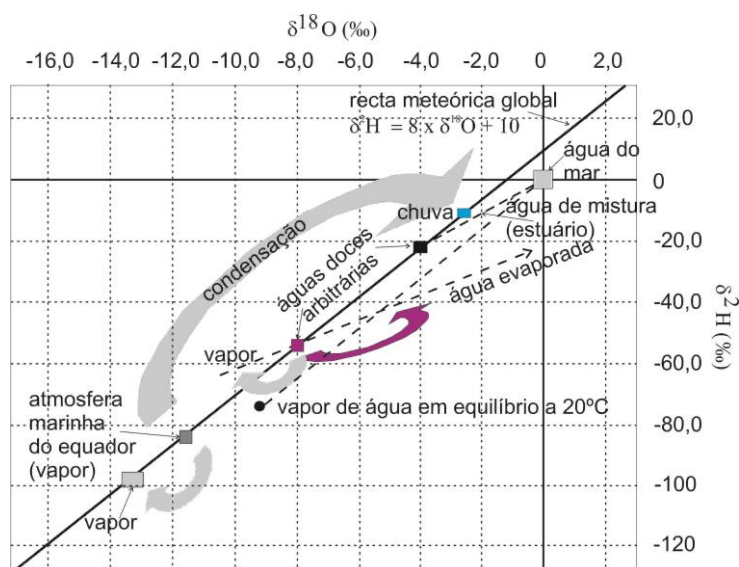


Figura 3.13 – Gráfico de $\delta^2\text{H}$ em função de $\delta^{18}\text{O}$ com a Recta Meteórica Global e valores hipotéticos de composição isotópica de chuva, de águas doces e de vapores. As setas indicam a direcção da mudança da composição isotópica. (Adaptado de IAEA, UNESCO, 2000)

Por sua vez, projectou-se neste gráfico, além da recta meteórica global ou universal que representa a chuva com composição físico-química semelhante em vários pontos do planeta em épocas passadas, as rectas meteóricas das vertentes: Mediterrânea, Atlântica, Portugal e local. Esta última determinada com base nas análises isotópicas de três amostras. (Caroça, 2014^b). O objectivo deste gráfico é perceber de que chuva poderão as águas não coincidentes com a recta meteórica universal estarem a ser influenciadas. (Fig. 3.14)

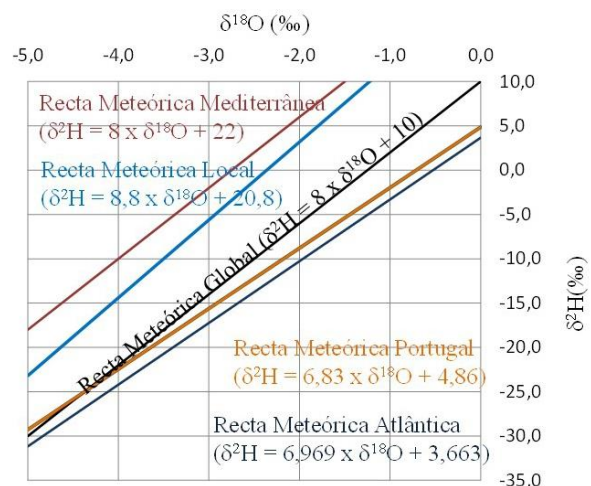


Figura 3.14 – Gráfico de $\delta^{18}\text{O}$ (‰) em função de $\delta^2\text{H}$ com a projecção das rectas meteóricas de: vertente do Mediterrâneo ($\delta^2\text{H} = 8 \cdot \delta^{18}\text{O} + 22$) (Gat, 1971; in: Mazor, 1991); local ($\delta^2\text{H} = 8,8 \cdot \delta^{18}\text{O} + 20,8$) (Caroça, 2012; recalculada); global ($\delta^2\text{H} = 8 \cdot \delta^{18}\text{O} + 10$) (Craig, 1961); Portugal ($\delta^2\text{H} = (6,83 \pm 0,09) \cdot \delta^{18}\text{O} + (4,86 \pm 4,31)$) (Gomes *et al*, 2001; in: Fernandes, 2004); vertente do Atlântico ($\delta^2\text{H} = 6,969 \cdot \delta^{18}\text{O} + 3,663$) (Plata, 1979; in: Silva, 1990)

Outros gráficos foram realizados para determinar se estaria a ocorrer intrusão salina nas águas analisadas, tais como: gráfico de salinidade (‰) em função de $\delta^{18}\text{O}$ (‰), gráfico de $\delta^{18}\text{O}$ (‰) em função da condutividade eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) e gráfico semilogarítmico de $\delta^{18}\text{O}$ (‰) em função da concentração de ião cloreto em mg/l (**Fig. 3.15, a), b) e c)**)

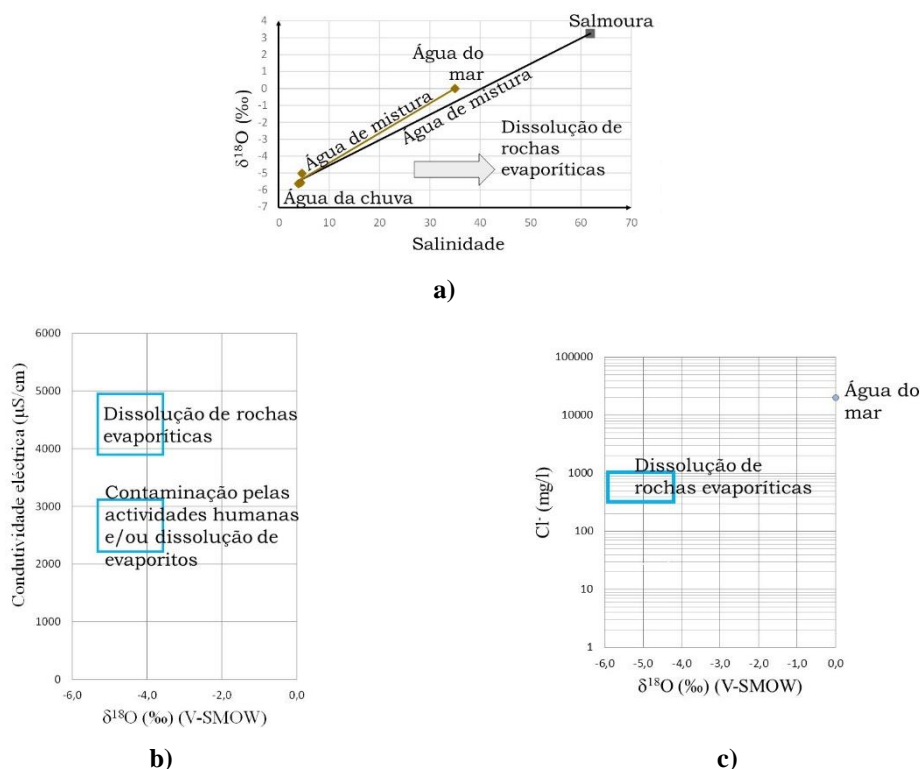


Figura 3.15 – Vários gráficos modelo: **a)** $\delta^{18}\text{O}$ (‰) em função de salinidade (‰), **b)** condutividade eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) em função de $\delta^{18}\text{O}$ (‰), **c)** semilogarítmico ião cloreto (mg/l) em função de $\delta^{18}\text{O}$ (‰)

Contaminação versus poluição são duas palavras muito usadas, mas que têm significados diferentes.

Purves (1985) define contaminação como uma alteração da composição química do ambiente pela acção da actividade humana, mas sem qualquer consequência biológica óbvia. No entanto, quando essa alteração da composição química produz efeitos indesejáveis evidentes, Purves (1985) designa-a por poluição.

Os Serviços Geológicos dos Estados Unidos (USGS) (site, Janeiro 2015) apresentam definições muito semelhantes ao de Purves. Para USGS, a contaminação é a degradação das condições iniciais/naturais da qualidade da água devida à actividade humana, e a poluição é a degradação das condições iniciais/naturais da qualidade da água devida à introdução de um ou vários poluente(s) que tornam a qualidade da água perigosa para todos os seres vivos.

A Lei da Água (DL n.º 58/2005 de 29 de Dezembro) apenas define poluição como sendo «a introdução directa ou indirecta, em resultado da actividade humana, de substâncias ou de calor no ar, na água ou no solo que possa ser prejudicial para a saúde humana ou para a qualidade dos ecossistemas aquáticos ou dos ecossistemas terrestres daqueles directamente dependentes, que dê origem a prejuízos para

bens materiais ou que prejudique ou interfira com o valor paisagístico ou recreativo ou com outras utilizações legítimas do ambiente» (alínea *tt*), do artigo 4º).

Considera-se que, de uma forma simples e directa:

- contaminação é a alteração da qualidade da água, quer de forma natural quer antrópica,
- poluição é a alteração que origina uma água prejudicial para o ambiente e para os humanos.

No presente trabalho, demonstra-se a existência de várias águas contaminadas distribuídas pela Várzea da Nazaré e algumas consideradas poluídas na zona industrial do Casal de Areia. As águas poluídas ocorreram no dia 17 de Outubro de 2011, denunciadas pelos agricultores da zona que ficaram com as suas culturas completamente destruídas após a rega com essas águas. Este estudo, com o apoio de outras análises não realizadas no âmbito desta tese, permitiu escrever um artigo e apresentar oralmente no 12.º Congresso da Água, ocorrido em Março de 2014. (Caroça, 2014^a).

A qualidade da água destinada ao consumo humano tem por objectivo proteger a saúde humana dos efeitos nocivos resultantes da eventual contaminação dessa água. (Directiva 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de Dezembro de Outubro 2000). O DL n.º 306/2007, de 27 de Agosto, no artigo 2.º com a epígrafe «Definições», na alínea *v*), define qualidade da água como o conjunto de valores de parâmetros físico-químicos, biológicos e microbiológicos da água (fixados nas partes I, II e III do anexo I do mesmo DL) que permite avaliar a sua adequação para a produção de água para consumo humano. Entende-se por água destinada ao consumo humano: «a) toda a água, no seu estado original ou após tratamento, destinada a ser bebida, a cozinhar, à preparação de alimentos ou para outros fins domésticos, independentemente da sua origem ser ou não fornecida a partir de uma rede de distribuição, de um camião ou navio cisterna, em garrafas ou outros recipientes» e «b) toda a água utilizada numa empresa de indústria alimentar para fabrico, transformação, conservação ou comercialização de produtos ou substâncias destinadas ao consumo humano, excepto se as autoridades nacionais competentes determinarem que a qualidade da água não afecta a solubilidade do género alimentício na sua forma acabada» (artigo 2º, Directiva n.º 98/83/CE, de 3 de Novembro de 1998).

O presente trabalho não analisou os parâmetros microbiológicos (Anexo I – Parte I do DL n.º 306/2007, de 27 de Agosto) nem a grande maioria dos parâmetros químicos (Anexo I – Parte II do DL n.º 306/2007 de 27 de Agosto) e indicadores (Anexo I – Parte III do DL n.º 306/2007). O **quadro 3.VIII** ilustra os parâmetros analisados e os seus respectivos limites de tolerância usados.

Quadro 3.VIII - Parâmetros químicos utilizados neste estudo e seus valores máximos permitidos para uma água com qualidade para a saúde humana

DL n.º 306/2007 de 27 de Agosto - Anexo I			
Parte II - Parâmetros químicos	Valor paramétrico	Unidade	Observações
Fluoretos	1,5	mg/l F ⁻	
Nitratos	50	mg/l NO ₃ ⁻	
Nitritos	0,5	mg/l NO ₂ ⁻	
Antimónio	5	µg/l Sb	
Arsénio	10	µg/l As	
Brometo	6,2	µg/l Br	multipliquei o valor de 10 µg/l BrO ₃ por 0,6247 (Reimann e Caritat, 1998)
Cádmio	5	µg/l Cr	
Cromo	50	µg/l Cd	
Cobre	2	mg/l Cu	
Chumbo	10	µg/l Pb	
Mercurio	1	µg/l Hg	
Níquel	20	µg/l Ni	
Selénio	1	µg/l Se	
Parte III - Parâmetros indicadores	Valor paramétrico	Unidade	Observações
Alumínio	200	µg/l Al	
Cálcio		mg/l Ca	Não é desejável que ultrapasse 100 mg/l de Ca; não deve deteriorar os materiais que estão em contacto
Cloretos	250	mg/l Cl	
Condutividade eléctrica	2500	µS/cm	
Dureza total		mg/l CaCO ₃	É desejável que esteja entre 150 e 500 mg/l de CaCO ₃ ; não deve deteriorar os materiais que estão em contacto
pH	≥ 6,5 e ≤ 9		
Ferro	200	µg/l Fe	
Magnésio		mg/l	Não é desejável que ultrapasse 50 mg/l de Mg; não deve deteriorar os materiais que estão em contacto
Manganês	50	µg/l Mn	
Sulfatos	250	mg/l SO ₄	
Sódio	200	mg/l Na	

Reimann e Caritat (1998) compilaram dados ambientais e geoquímicos de vários estudos realizados e publicados de diferentes partes do planeta Terra, dos quais se destacam os que possuíam limites de tolerância. (Quadro 3.IX)

Quadro 3.IX – Níveis de tolerância estabelecidos para uma água de consumo humano.

(Adaptado de Reimann e Caritat, 1998)

	Limite máximo para consumo humano (mg/l)	
Antimónio (Sb)	(Portugal) 0,005 ⁽⁴⁾	
Arsénio (As)	(Portugal) 0,01 ⁽⁴⁾	
Bário (Ba)	(Portugal) 0,1 ⁽⁵⁾	
Berílio (Be)	(WHO) 0,012 ⁽²⁾	
Bismuto (Bi)	(Rússia) 0,1	
Brometo (Br)	(Rússia) 0,2 ⁽¹⁾	
Cádmio (Cd)	(Portugal) 0,005 ^(3 e 4)	
Chumbo (Pb)	(Portugal) 0,01 ⁽³⁾	
Cobalto (Co)	(Rússia) 0,1 ⁽¹⁾	
Cobre (Cu)	(Portugal) 2 ⁽⁴⁾	
Cromo (Cr)	(Portugal) 0,05 ^(3 e 4)	
Enxofre (S)	(Portugal) SO ₄ 250 (S é 83) ^(3, 1)	
Estanho (Sn)	(WHO) não necessário (150) ⁽²⁾	
Estrôncio (Sr)	(Rússia) 7 ⁽¹⁾	
Ferro (Fe)	(Portugal) 0,2 ⁽³⁾	
Fósforo (P)	(Portugal) 0,4 ⁽⁴⁾	
Iodo (I)	(WHO) não necessário (17) ⁽²⁾	
Lítio (Li)	(Rússia) 0,03 ⁽¹⁾	
Manganês (Mn)	(Portugal) 0,05 ⁽³⁾	
Mercurio (Hg)	(Portugal) 0,001 ^(3 e 4)	
Molibdénio (Mo)	(WHO) 0,07 ⁽²⁾	
Nióbio (Nb)	(Rússia) 0,01 ⁽¹⁾	
Níquel (Ni)	(Portugal) 0,02 ^(3 e 4)	
Potássio (K)	(Noruega) 12 ⁽¹⁾	
Prata (Ag)	(Portugal) 0,01 ⁽⁵⁾	
Selénio (Se)	(Portugal) 0,001 ^(3 e 4)	
Tálio (Tl)	(US EPA) 0,05 ⁽¹⁾	
Telúrio (Te)	(Rússia) 0,01 ⁽¹⁾	(1) Reimann e Caritat <i>et al.</i> , 1998
Tório (Th)	(França) 9 ⁽⁶⁾	(2) WHO, 2011
Tungsténio (W)	(Rússia) 0,05 ⁽¹⁾	(3) DL n.º 306/2007, de 27 de Agosto
Urânio (U)	(WHO) 0,03 ⁽²⁾	(4) DL n.º 243/2001, de 5 de Setembro
Vanádio (V)	(Rússia) 0,1 ⁽¹⁾	(5) DL n.º 236/98, de 1 de Agosto
Zinco (Zn)	(Portugal) 0,5 ⁽⁵⁾	(6) Rodier <i>et al.</i> , 1978

Nem todos os elementos vestigiais apresentam níveis de tolerância estabelecidos, porque, embora já se conheçam alguns riscos para a saúde humana, normalmente a concentração na água de beber é tão ínfima, e/ou o tempo de exposição é tão curto, que pouco afecta (exemplos: germânio (Ge) e tântalo (Ta)) e/ou os dados geoquímicos são poucos (exemplo: gálio (Ga)). (Merian, 1991). Segundo o Senhor Director Geral do Ambiente da Comissão Europeia, Astrid Schomaker (carta Ref. Ares (2013)107074 - 29/01/2013), os elementos químicos só serão incluídos na legislação nacional dos estados-membros sobre água potável quando se considerarem perigosos para a saúde humana.

A Directiva n.º 2000/60/CE tem como objectivo a garantia de boa qualidade das águas superficiais e subterrâneas, obrigando os Estados Membros a definirem políticas eficazes para o efeito, com base em análises das características das bacias hidrográficas, dos impactos da actividade humana, da análise económica da utilização da água e da evolução do estado das águas de forma sistemática e comparável em toda a Comunidade. (Ponto (36), Directiva n.º 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de Outubro de 2000).

O processo de definição de critérios de qualidade da água nunca é definitivo, pois o processo é evolutivo. Depende das condições naturais prevalecentes do local, do tipo de água natural e de certas comunidades aquáticas e/ou terrestres sobreviverem até um determinado valor de concentração do(s) constituinte(s) presente(s) na água. (Train, 1979). Isto obriga à monitorização e revisão dos estudos sobre os recursos hídricos por intermédio de uma equipa especializada para o efeito (geólogos, químicos, biológicos, físicos, entre outros), e, por conseguinte, à elaboração de novos limites toleráveis, a legislar, adequados ao estudo e às necessidades do país.

O estudo presente não permite afirmar se a água é de boa, razoável, má ou de muito má qualidade, porque não se analisaram todos os parâmetros químicos necessários para o efeito nem a componente bacteriológica. Simplesmente alerta-se para determinado parâmetro que exceda os limites de tolerância definidos pela lei vigente, para os responsáveis tomarem medidas correctas de evitar e/ou minimizar os danos presentes e/ou futuros causados por esse contaminante.

A qualidade da água para rega é determinada a partir da Norma *Riverside*, mais vulgarmente conhecida no âmbito dos estudantes de hidrogeologia como Classificação SAR.

A norma *Riverside*, estabelecida em 1953 pelo Laboratório de salinidade de solos dos Estados Unidos, baseia-se na concentração total de sais solúveis expressos sob a forma de condutividade eléctrica em $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C e na concentração relativa de sódio em relação ao cálcio e ao magnésio, ou seja, na taxa de adsorção do sódio (TAS). A TAS, que na nomenclatura anglo-saxónica é SAR, resulta da seguinte expressão:

$$\text{SAR} = \frac{r\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{r\text{Ca}^{2+} + r\text{Mg}^{2+}}{2}}}$$

A letra r atrás do símbolo químico significa que se utilizam os valores da sua concentração em meq/l. (Custodio & Llamas, 1983).

De acordo com Gonçalves *et al.* (2010), o índice SAR «mede a capacidade da solução do solo e da água de percolação trocarem sódio com o solo». Silva (1984) refere que o índice SAR «mostra a previsão

da degradação que uma água de regadio pode provocar, pois exprime o predomínio de um ou outro catião em função da composição da água». Quanto maior for o valor de SAR maior será o perigo de alcalinização do solo. O ião sódio (Na^+) é um dos iões presentes na água que mais contribui para a degradação do solo, devido à sua substituição pelo ião cálcio (Ca^{2+}). Esta substituição do ião sódio (Na^+) pelo ião cálcio (Ca^{2+}) provoca desequilíbrio e consequente modificação da estrutura do solo, adquirindo um aspecto pulverulento e amorfo, e perda de permeabilidade, o que não acontece com a relação entre os iões cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}).

Os valores de SAR são projectados num gráfico de condutividade eléctrica em função do índice SAR. (Fig. 3.16)

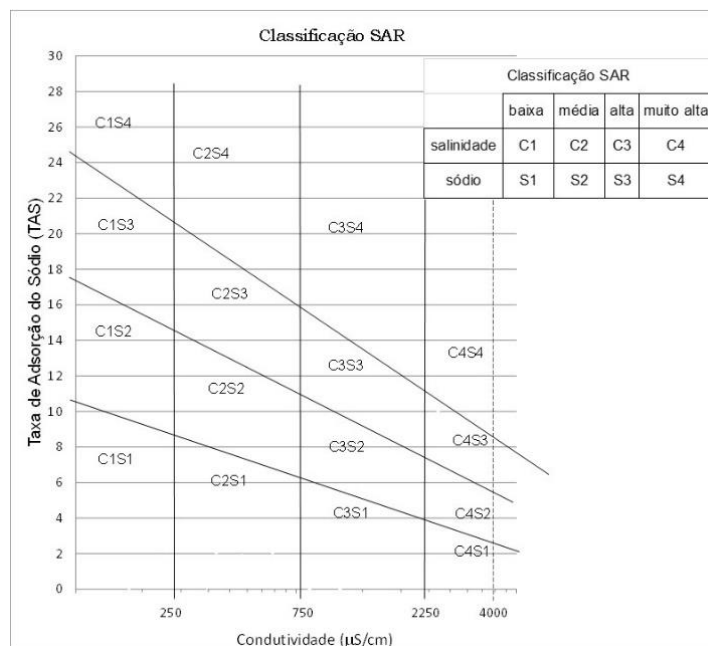


Figura 3.16 – Classificação SAR (Norma Riverside). (Adaptado de Custodio e Llamas, 1983)

O significado das classes normativas da Norma Riverside:

«S1 – Águas que podem ser utilizadas em todos os tipos de solos sem perigo do nível de sódio aumentar excessivamente.

S2 – Águas que podem originar excesso de sódio em solos de textura fina com alta capacidade de troca iónica.

S3 – Águas que podem provocar um aumento perigoso do nível de sódio proveniente da troca iónica na maioria dos solos.

S4 – Águas não utilizáveis para regadio excepto quando têm salinidade baixa ou média.

C1 – (0 - 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$) Águas pouco salinas, podem ser utilizadas em todos os tipos de solo.

C2 – (250 - 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$) Águas de salinidade moderada, não podem ser utilizadas nas culturas mais sensíveis.

C3 – (750 - 2250 $\mu\text{S}/\text{cm}$) Águas de salinidade média a elevada, podem ser utilizadas em terrenos de permeabilidade moderada a boa e em culturas com boa tolerância à salinidade.

C4 – (2250 - 4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) Águas de salinidade elevada, utilizadas apenas em solos de boa permeabilidade e com culturas muito tolerantes.» (Silva, 1984)

De acordo com Davis e DeWiest (1966), as plantas que apresentam:

- baixa tolerância ao sal são: pereira, macieira, laranjeira, amêndoeira, damasqueiro, pessegueiro, limoeiro, abacateiro, rabanete, aipo, feijoeiro, trevo;
- média tolerância ao sal são: videira, oliveira, figueira, romãzeira, tomate, repolho, couve-flor, alface, milho, cenoura, cebola, alfalfa (leguminosa), trigo, arroz, aveia, girassol;
- alta tolerância ao sal são: tamareira (palmeira), beterraba, espargos, espinafres, bermuda grass (*Cynodon dactylon*), cevada, algodão.

As análises efectuadas durante o presente estudo permitem auxiliar o agricultor no conhecimento da qualidade da água de rega, de forma a evitar prejuízos materiais, económicos e ambientais. (Nota: para evitar a alcalinização ou a salinização do solo, é necessário, também, analisar o solo para determinar a percentagem de sódio de troca (ESP) (Gonçalves, *et al.*, 2010). Trabalho fora do âmbito desta dissertação.)

A apresentação dos dados foi dividida em recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Estes, por anos e meses de colheita de amostras de água, por massas de água e por zonas geográficas (**Fig.3.17**).

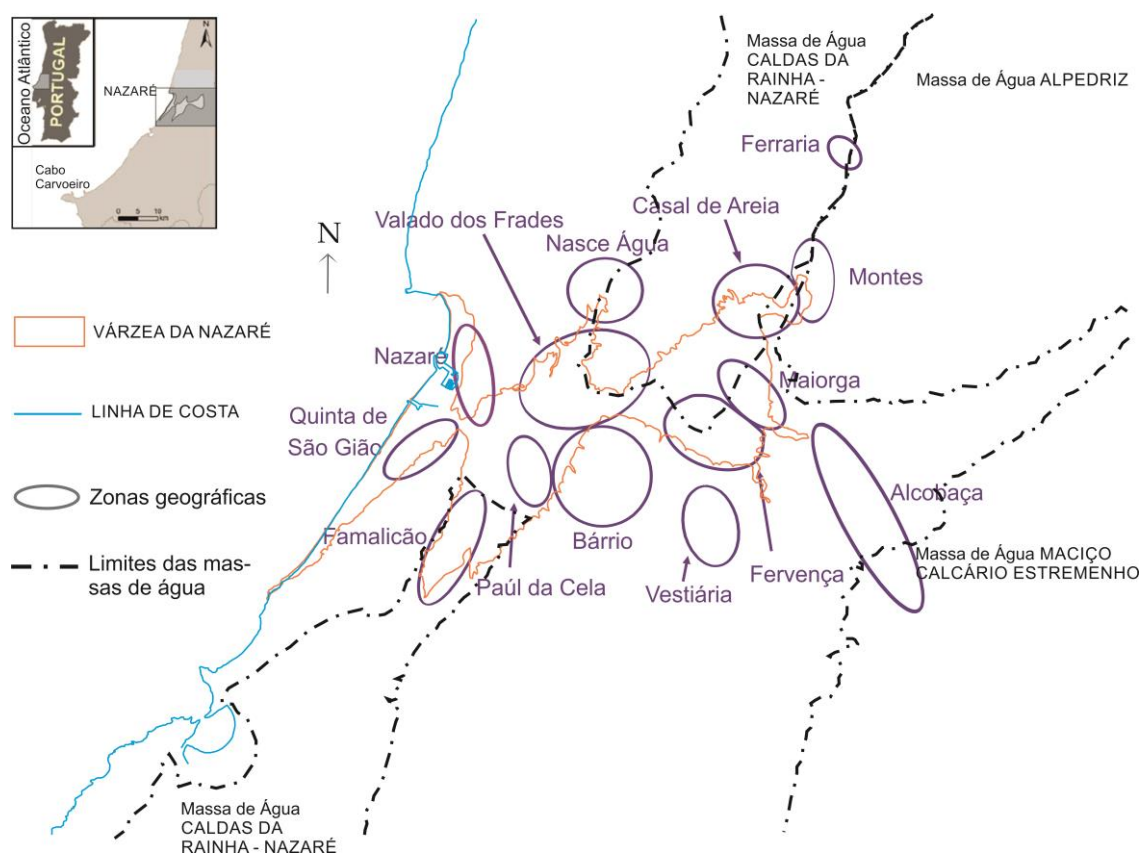


Figura 3.17 – Localização das massas de águas e das zonas geográficas

A **figura 3.18** mostra a distribuição das amostras analisadas de diferentes tipos de captações nas quatro massas de água. Na massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré seleccionaram-se 26 amostras, na de Alpedriz 4 amostras, na da Orla Ocidental Indiferenciada das Bacias das Ribeiras do Oeste 61 amostras, e na do Maciço Calcário Estremenho apenas 1 amostra. A diferença do número de amostras deve-se à localização da área de estudo. A colheita de uma amostra de água na massa de água do Maciço Calcário

Estremenho serviu para comparar as análises físico-químicas de uma das nascentes (Poço Suão) do rio Alcobaca com as águas a meio do seu percurso na Várzea da Nazaré.

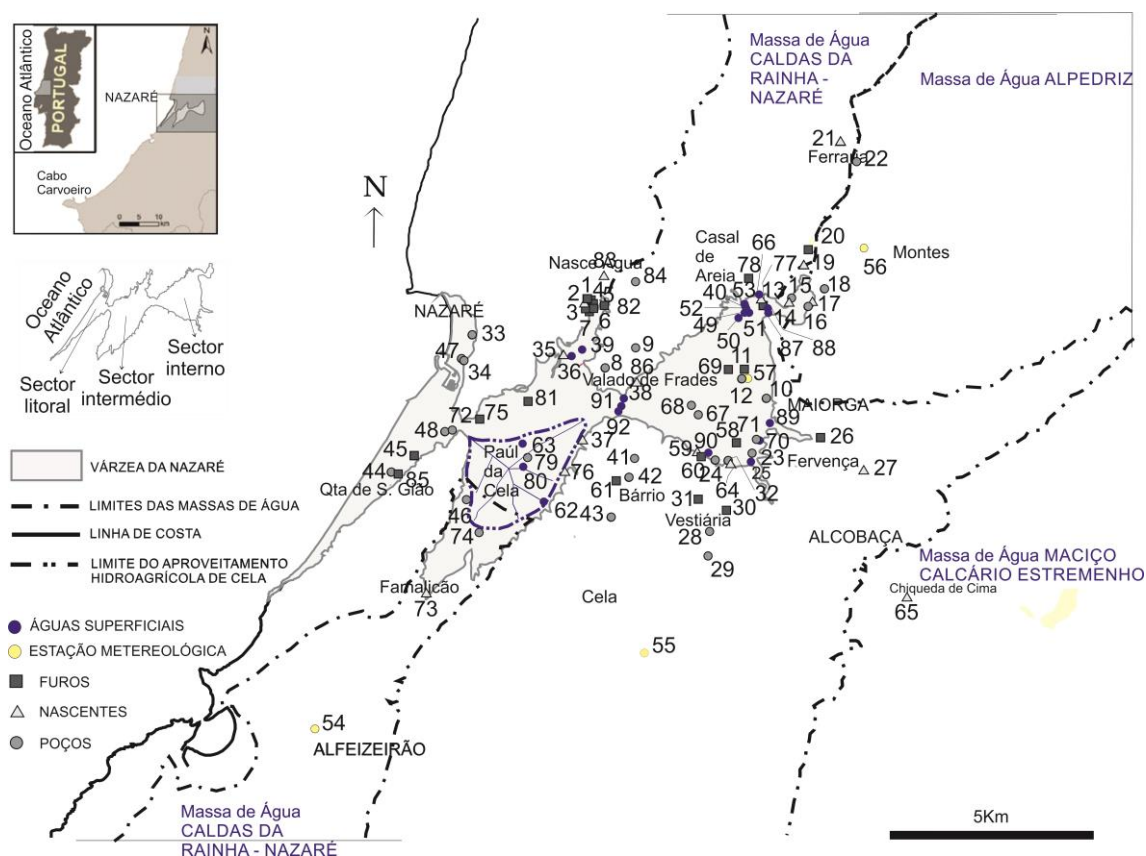


Figura 3.18 – Localização das estações de colheita de amostras de água

As amostras, por sua vez, foram separadas por três sectores: litoral, intermédio e interno (legenda do mapa da **figura 3.18**), e por vários outros critérios, tais como: tipo de captação, cota geográfica (altitude), distância ao mar e unidade estratigráfica. (**Quadro 3.X**)

Quadro 3.X – Vários critérios de separação das águas analisadas. (Continuação do quadro na página seguinte)

ÁGUAS SUPERFICIAIS														
Ano	Mês	Massa de água	Localização em relação à várzea	Localização geográfica geral	Amostra	Tipo de captação	Cota geográfica (m)	Distância ao mar (m)	Litologia geral	Datação geral				
2011	Maio	1	sector intermédio	Valado dos Frades	36	vala	6	3050	Areias	Moderno				
			sector interno	Fervença	25	rio Alcobaça	9	> 9050						
			sector intermédio	Valado dos Frades	39	rio Águas Belas	6	3175						
	Julho	2	sector interno	Casal de Areia	40	vala	16	> 9050						
		1		Valado dos Frades	38	rio de Areia	5	5200						
	Outubro	2		Casal de Areia	40b	vala	16	> 9050						
					49	vala	13	> 9050						
					50	rio de	13	> 9050						
					51	Areia	13	> 9050						
					52	vala	14	> 9050						
					53	vala	16	> 9050						
	Novembro			Alfeizeirão	54	chuva	4	2100	Entre areias e alternância de areias com bancadas finas de calcário gresoso	Moderno e Plio-Plistocénico indiferenciado				
				Cela	55	chuva	106	9050						
				Montes	56	chuva	129	> 9050						
				Maiorga	57	chuva	5	> 9050						
2012	Fevereiro	1	sector intermédio	Paúl da Cela	62	canal S de rega	4	4900	Canal de rega em cimento cuja água vem do Rio Alcobaça (Moderno (areias))	Moderno				
					63	vala	1	3275	Areias	Moderno				
	Março				Valado dos Frades	36b	vala	6			3050			
		38b	rio de Areia			5	5200	Alternância de areias com bancadas finas de calcário gresoso	Plio-Plistocénico indiferenciado					
	Julho	2	sector interno	Casal de Areia	66	lagoa	18			> 9050	Areias	Moderno		
				Fervença	25b	rio Alcobaça	9	> 9050	Entre areias e calcários mais ou menos margosos	Moderno e Jurássico (kimmeridgiano)				
					71	vala	6	> 9050	Areias	Moderno				
	Novembro		sector intermédio	Paúl da Cela	80	lagoa	1	3625						
sector interno			Valado dos Frades	38c	rio de Areia	5	5200	Próximo do contacto de brechas vulcânicas com calcários mais ou menos margosos e areias	Moderno e Jurássico (kimmeridgiano)					
sector intermédio	39b	rio Águas Belas		6	3175	Areias	Moderno							
2013	Fevereiro	1	sector interno	Casal de Areia	87			rio Cós	16	> 9050	Entre areias e calcários mais ou menos margosos	Moderno e Jurássico (kimmeridgiano)		
					88	rio Areia	16	> 9050	Areias	Moderno				
				Maiorga	89	rio de S. Vicente	12	> 9050			Areias	Moderno		
					Fervença	90	rio de Alcobaça	5	> 9050	Areias			Moderno	
				Valado dos Frades	91	rio do Meio	5	5125	Areias		Moderno			
					92	rio Alcobaça	5	5225		Areias		Moderno		
				ÁGUAS SUBTERRÂNEAS										
				Ano	Mês	Massa de água	Localização em relação à várzea	Localização geográfica geral	Amostra	Tipo de captação	Cota geográfica (m)	Distância ao mar (m)	Litologia geral	Datação geral
				2011	Março	1	Sector intermédio	Nasce Água	1	furo	24	3475	Areias	Moderno
									2	nascente	21	3475		
3	furo	20	3475											
4	furo	21	3525											
5	furo	20	3500											
6	furo	19	3475											
7	furo	19	3400											
2	Valado dos Frades	8	poço					36	3800	Alternância de areias com bancadas finas de calcário gresoso	Plio-Plistocénico indiferenciado			
		9	poço					41	4650					
1	Maiorga	10	poço					8	> 9050	Entre areias e calcários mais ou menos margosos	Moderno e Jurássico (kimmeridgiano)			
		11	furo					7	> 9050			Areias	moderno	
12		poço	6					> 9050	Entre areias e alternância de areias com bancadas finas de calcário gresoso	Moderno e Plio-Plistocénico indiferenciado				
2	Casal de Areia	13	furo					16			> 9050	Entre calcários e alternância de areias com bancadas finas de calcário gresoso (por falha)	Plio-Plistocénico Indiferenciado e Cretácico	
		14	nascente					30	> 9050	Entre areias e alternância de areias com bancadas finas de calcário gresoso	Moderno e Plio-Plistocénico indiferenciado			
		15	poço					30	> 9050	Entre areias e alternância de areias com bancadas finas de calcário gresoso	Moderno e Plio-Plistocénico indiferenciado			
3		16	poço				17	> 9050	Calcários	Cretácico				
		17	nascente				39	> 9050						
		18	poco				39	> 9050						
2	Sector interno	Montes	19			nascente	21	> 9050	Entre areias e alternância de areias com bancadas finas de calcário gresoso	Moderno e Plio-Plistocénico indiferenciado				
			20			furo	27	> 9050	Entre alternância de areias com bancadas finas de calcário gresoso e Cenomaniano com exclusão das camadas de Neobilites	Plio-Plistocénico indiferenciado e Cretácico				
		Ferraria	21			nascente	40	> 9050	Entre areias e alternância de areias com bancadas finas de calcário gresoso	Moderno e Plio-Plistocénico indiferenciado				
			22			poco	38	> 9050	Calcários	Cretácico				

ÁGUAS SUBTERRÂNEAS														
Ano	Mês	Massa de água	Localização em relação à várzea	Localização geográfica geral	Amostra	Tipo de captação	Cota geográfica (m)	Distância ao mar (m)	Litologia geral	Datação geral				
2011	Maio	1	Sector interno	Fervença	23	poço	7	> 9050	Entre areias e calcários mais ou menos margosos	Moderno e Jurássico (kimmeridgiano)				
					24	poço	10	> 9050	Entre areias e "Margas e Calcários de Dagorda"	Moderno e Jurássico (Hetangiano-Retiano)				
				Alcobaça	26	furo	25	> 9050	Calcários mais ou menos margosos	Jurássico (kimmeridgiano)				
					27	nascente	100	> 9050						
				Vestiária	28	poço	150	> 9050						
					29	poço	90	> 9050						
					30	furo	160	> 9050						
					31	furo	167	> 9050						
				Fervença	32	poço	7	> 9050	Entre areias e "Margas e Calcários de Dagorda"	Moderno e Jurássico (Hetangiano-Retiano)				
				Sector litoral	Nazaré	33	poço	3	400	Entre areias e calcários mais ou menos margosos	Moderno e Jurássico (kimmeridgiano)			
			34			poço	2	400						
			Sector intermédio	Valado dos Frades	35	nascente	5	2850	Areias	Moderno				
					37	nascente	1	4675	Entre areias e "Margas e Calcários de Dagorda"	Moderno e Jurássico (Hetangiano-Retiano)				
			Julho		Sector interno	Bárrio	41	poço	135	6125	Calcários mais ou menos margosos	Jurássico (kimmeridgiano)		
	42	poço					137	6150						
	43	poço					110	6600						
	Sector litoral	Quinta São Gião			44	poço	7	625	Areias	Moderno				
					45	furo	10	912,5						
	2	Sector intermédio			Famalicão	46	poço ⁽¹⁾	2	2950	Entre areias e alternância de areias com bancadas finas de calcário gresoso	Moderno e Plio-Plistocénico indiferenciado			
	Setembro	1	Sector litoral	Nazaré	47	poço	2	350	Areias	Moderno				
					48	poço	5	1275						
					58	furo	6	> 9050						
2012	Fevereiro	1	Sector interno	Fervença	59	nascente	20	> 9050	Entre areias e calcários mais ou menos margosos	Moderno e Jurássico (kimmeridgiano)				
					60	furo	30	> 9050	Calcários mais ou menos margosos	Jurássico (kimmeridgiano)				
					61	furo	140	6150						
				Bárrio					na falha, entre «margas e calcários de Dagorda» e «Camadas de Alcobaça»	Jurássico (Hetangiano-Retiano e Lusitaniano superior)				
				Fervença	64	nascente	15	> 9050	Calcários mais ou menos margosos	Jurássico (kimmeridgiano)				
				Alcobaça	65	nascente	47	> 9050						
				Março		1	Sector intermédio	Nasce Água	1b	furo	24	3475	Areias	Moderno
									8b	poço	36	3800	Alternância de areias com bancadas finas de calcário gresoso	Plio-Plistocénico indiferenciado
						1	Sector interno	Maiorga	10b	poço	8	> 9050	Entre areias e calcários mais ou menos margosos	Moderno e Jurássico (kimmeridgiano)
	12b	poço	6						> 9050	areias	moderno			
	18b	poço	39						> 9050	Calcários	Cretácico			
	2		Ferraria			21b	nascente	40	> 9050	Entre areias e alternância de areias com bancadas finas de calcário gresoso	Moderno e Plio-Plistocénico indiferenciado			
										Entre areias e calcários mais ou menos margosos	Moderno e Jurássico (kimmeridgiano)			
	1	Sector litoral	Nazaré			33b	poço	3	400	Entre areias e calcários mais ou menos margosos	Moderno e Jurássico (kimmeridgiano)			
						34b	poço	2	400	Entre areias e "Margas e Calcários de Dagorda"	Moderno e Jurássico (Hetangiano-Retiano)			
	Sector intermédio	Bárrio	37b			nascente	1	4675	Entre areias e "Margas e Calcários de Dagorda"	Moderno e Jurássico (Hetangiano-Retiano)				
	Sector litoral	Quinta São Gião	48b			poço	5	1275	Areias	Moderno				
	Julho		2	Sector interno	Casal de Areia	13b	furo	16	> 9050	Entre areias e alternância de areias com bancadas finas de calcário gresoso	Moderno e Plio-Plistocénico indiferenciado			
						16b	poço	17	> 9050	Calcários	Cretácico			
					Montes	19b	nascente	21	> 9050			Entre areias e alternância de areias com bancadas finas de calcário	Moderno e Plio-Plistocénico	
21c						nascente	40	> 9050	Entre areias e "Margas e Calcários de Dagorda"	Moderno e Jurássico (Hetangiano-Retiano)				
Fervença					24b	poço	10	> 9050	Calcários mais ou menos margosos	Jurássico (kimmeridgiano)				
					Alcobaça	26b	furo	25	> 9050	Entre areias e "Margas e Calcários de Dagorda"	Moderno e Jurássico (Hetangiano-Retiano)			
Fervença					32b	poço	7	> 9050	Entre areias e calcários mais ou menos margosos	Moderno e Jurássico (kimmeridgiano)				
					Nazaré	33c	poço	3	400	Entre areias e calcários mais ou menos margosos	Moderno e Jurássico (kimmeridgiano)			
Sector litoral					Valado dos Frades	35b	nascente	5	2850	Areias	Moderno			
						42b	poço	137	6150	Calcários mais ou menos margosos	Jurássico (kimmeridgiano)			
Sector interno					Bárrio	43b	poço	110	6600			Areias	Moderno	
						44b	poço	7	625					
Sector litoral					Quinta São Gião	45b	furo	10	912,5	na falha, entre «margas e calcários de Dagorda» e «Camadas de Alcobaça»	Jurássico (Hetangiano-Retiano e Lusitaniano superior)			
						Nazaré	47b	poço	2					350
Quinta São Gião					48c	poço	5	1275	Alternância de areias com bancadas finas de calcário gresoso	Plio-Plistocénico indiferenciado				
Sector interno					Fervença	64b	nascente	15	> 9050	Areias	Moderno			
						67	poço	6	> 9050					
Maiorga					68	poço	11	> 9050						
					69	furo	8	> 9050						
Fervença					70	poço	6	> 9050	Entre areias e alternância de areias com bancadas finas de calcário gresoso	Moderno e Plio-Plistocénico indiferenciado				
Sector litoral					Quinta São Gião	72	poço	2	1425	Areias	Moderno			
						73	nascente	23	3925	Entre areias e alternância de areias com bancadas finas de calcário gresoso	Moderno e Plio-Plistocénico indiferenciado			
1	2	Sector intermédio	Famalicão	74	poço	4	3812,5	Areias	moderno					
				75	furo	2	1900							

Ano	Mês	Massa de água	Localização em relação à várzea	Localização geográfica geral	ÁGUAS SUBTERRÂNEAS				Litologia geral	Datação geral
					Amostra	Tipo de captação	Cota geográfica (m)	Distância ao mar (m)		
2012	Outubro	1	Sector intermédio	Bárrio	37c 76	nascente nascente	1 4	4675 4775	Entre areias e "Margas e Calcários de Dagorda"	Moderno e Jurássico (Hetangiano-Retiano)
	Novembro	2	Sector interno	Casal de Areia	77 78	nascente furo	17 29	> 9050 > 9050	Alternância de areias com bancadas finas de calcário gresoso	Plio-Plistocénico indiferenciado
		1	Sector intermédio	Paúl da Cela	79	poço	1	3675	Entre areias e "Margas e Calcários de Dagorda"	Moderno e Jurássico (Hetangiano-Retiano)
				Valado dos Frades	81	furo	4	2775	areias	Moderno
		2	Sector intermédio	Nasce Água	82	furo	14	3700	Entre areias e alternância de areias com bancadas finas de calcário gresoso	Moderno e Plio-Plistocénico indiferenciado
		1			83	nascente	40	4725	Areias	Moderno
		2	Sector interno		84	poço	57	> 9050	Alternância de areias com bancadas finas de calcário gresoso	Plio-Plistocénico indiferenciado
		1	Sector litoral	Quinta São Gião	85	furo	6	825	Areias	Moderno
		2	Sector interno	Valado dos Frades	86	nascente	12	5175	Entre areias e alternância de areias com bancadas finas de calcário gresoso	Moderno e Plio-Plistocénico indiferenciado

A maioria das estações de recolha de água foi sujeita a uma segunda fase de colheita. O motivo de não abranger as 92 amostras de água recolhidas ficou a dever-se a: inacessibilidade ao local, análises muito semelhantes pela sua proximidade, dificuldades a nível do laboratório da Faculdade de Ciências e a demora em obter os resultados das análises dos laboratórios externos. Apenas seis locais foram alvo de uma terceira colheita para obter amostras de água recente para as análises isotópica e de metais, e para verificar se havia variação físico-química desde a última conhecida. Várias amostras seleccionadas foram sujeitas a análises químicas em laboratórios exteriores, escolhidas pela sua localização e pelas características físico-químicas obtidas, embora em número limitado, por ser dispendiosa a obtenção dos seus resultados.

Ao longo do trabalho consultou-se vária legislação adequada à situação em estudo. (Caroça, 2015^a).

O trabalho desenvolvido consistiu no tratamento dos dados e análises das interpretações dos gráficos, cálculos, observações efectuadas e nas informações locais.

Capítulo 4

Apresentação dos dados

Os dados apresentam-se em águas superficiais e águas subterrâneas e estes datados por anos e meses de colheita, em massas de água e em zonas geográficas.

4.1 – Recursos hídricos superficiais analisados

As águas superficiais analisadas foram obtidas por colheita em rios, valas, canais de rega e lagoas, de fácil acesso.

4.1.1 – Recursos hídricos superficiais – 2011

As amostras de água superficiais analisadas em 2011 (**Fig. 4.1**) foram recolhidas em diferentes meses. (**Quadro 4.I**)

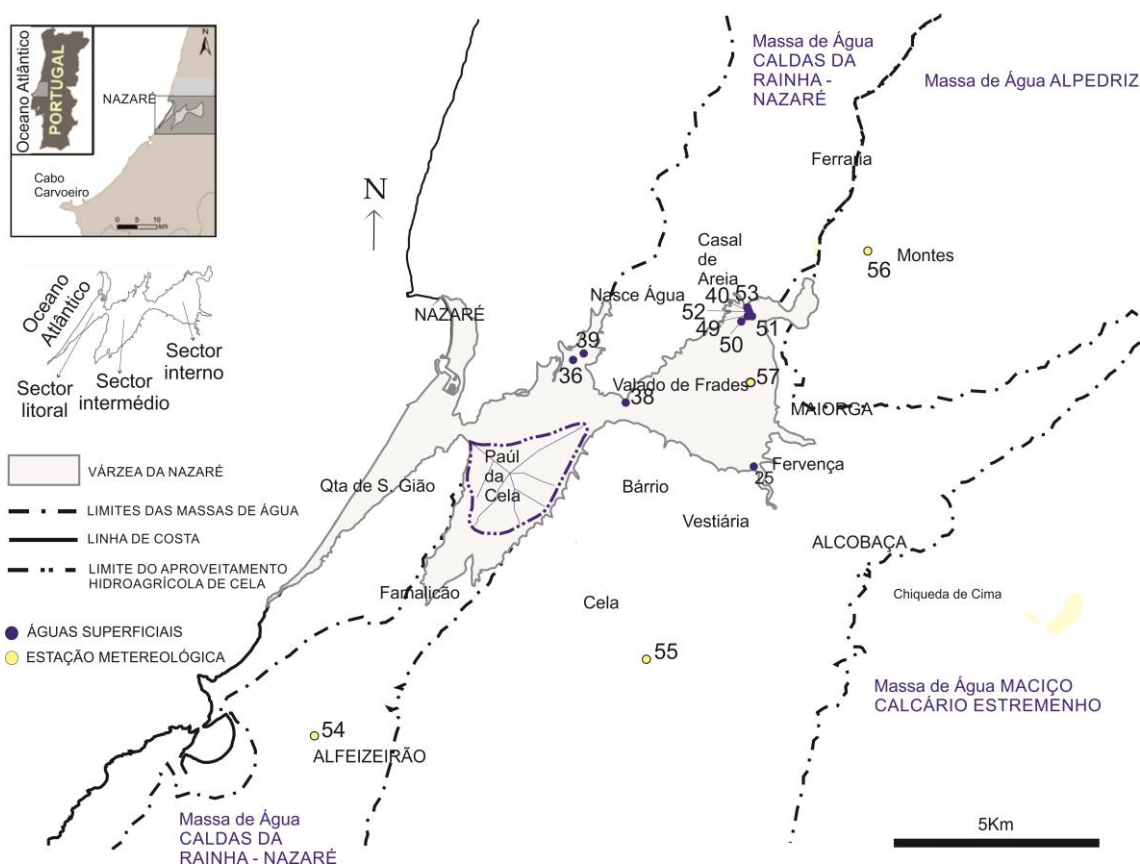


Figura 4.1 – Localização dos recursos hídricos superficiais analisados em 2011

Quadro 4.I – Amostras de águas superficiais do ano 2011 (massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste ⁽¹⁾, massa de água Caldas da Rainha - Nazaré ⁽²⁾)

Ano	Mês	Tipo de captação	Amostra	Localização geográfica
2011	Maio	rio	25	Fervença ⁽¹⁾
	Maio	vala	36	Valado dos Frades ⁽¹⁾
	Julho	rio	38	Valado dos Frades ⁽¹⁾
	Julho	rio	39	Valado dos Frades ⁽¹⁾
	Julho	vala	40	Casal de Areia ⁽²⁾
	Outubro	vala	40b	Casal de Areia ⁽²⁾
	Outubro	vala	49	Casal de Areia ⁽²⁾
	Outubro	rio	50	Casal de Areia ⁽²⁾
	Outubro	rio	51	Casal de Areia ⁽²⁾
	Outubro	vala	52	Casal de Areia ⁽²⁾
	Outubro	vala	53	Casal de Areia ⁽²⁾
	Novembro	chuva	54	Alfeizeirão ⁽¹⁾
	Novembro	chuva	55	Cela ⁽¹⁾
	Novembro	chuva	56	Montes ⁽¹⁾
	Novembro	chuva	57	Maiorga ⁽¹⁾

4.1.1.1 – Maio/2011

No mês de Maio analisaram-se duas águas superficiais pertencentes à massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste. (**Quadro 4.I**)

a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

As águas superficiais analisadas no mês de Maio de 2011, localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste, foram recolhidas do rio de Alcobaça em Fervença (amostra de água 25) e da vala em Valado dos Frades (amostra de água 36).

Os resultados obtidos encontram-se no **Quadro 4.II**.

Quadro 4.II – Resultados das amostras de águas superficiais analisadas em Maio de 2011 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

Amostra	Classificação da fácies hidroquímica	pH		Eh	Ambiente	Temperatura da água segundo Bogomolov e Silin-Betchurin		CE (µS/cm)		TDS (mg/l)		Dureza (mg/l)		Salinidade (‰)	
25	bicarbonatada cálcica	8,12	fracamente básico	oxidante	rio	morna		819	< 1000	506,72	entre 200 e 1000	29,60	Água branda	5,76	entre 6 e 10
36	cloretada cálcica	6,47	fracamente ácido	oxidante	rio	morna		438,8	< 1000	241,64	entre 200 e 1000	14,00	Água branda	8,50	entre 6 e 10

		Índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»													
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂	CaSO ₄ ·2H ₂ O			NaCl		Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH	S	KCl
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite	gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	hidroxiapatite	enxofre	H ₂ S
25	rio Alcobaça	-2,51	0,77	0,92	-2,56	1,80	-2,67	-2,15	-23,51	-1,65	-6,88	-38,14			
36	vala	-2,46	-1,86	-1,72	-1,72	-3,42	-2,20	-2,13	-21,16	-1,56	-7,35	-41,74			-7,63

Amostra	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)
36	-4,2	-23,9

Símbolo	Al	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
36	0,016	0,0013	0,0016	0,0015	0,0288	0,07	0,000049	0,0021	0,0014	0,0349	0,00254	0,0015

Símbolo	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Sb	I	Cs	Ba	La	Ce
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
36	0,00742	0,135	0,000039	0,00009	0,000005	0,0002	0,00012	0,008	0,000041	0,0329	0,000019	0,00003

Símbolo	Pr	Nd	Sm	Gd	Dy	Er	Yb	Hf	Tl	Pb	Th	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
36	4E-06	2,3E-05	0,000011	0,000006	0,000006	0,000004	0,000006	0,000002	0,000023	0,00013	0,000005	2,6E-05

4.1.1.2 – Julho/2011

No mês de Julho analisaram-se três águas superficiais, duas da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste e uma da massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré. (Quadro 4.I)

a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

As águas superficiais analisadas no mês de Julho de 2011, localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste, foram recolhidas do rio de Areia (amostra de água 38) e do rio Águas Belas (amostra de água 39), próximos de Valado dos Frades.

Os resultados obtidos encontram-se no **Quadro 4.III**.

Quadro 4.III – Resultados das amostras de águas superficiais analisadas em Julho de 2011 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

Amostra	Classificação da fácies hidroquímica	pH	Eh	Ambiente	Temperatura da água segundo Bogomolov e Silin-Betchurin	CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)		TDS (mg/l)		Dureza (mg/l)		Salinidade (‰)	
38	sulfatada cálcica	7,49	neutro	oxidante	rio	morna	498,00	< 1000	311,51	entre 200 e 1000	16,40	Água branda	5,02 entre 2 e 5
39	cloretada sódica	6,91	neutro	oxidante	próximo das águas de transição entre água superficial e subterrânea	morna	368,00	< 1000	209,58	entre 200 e 1000	6,00	Água branda	9,98 entre 6 e 10

		Índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»																
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄ anidrite	CaCO ₃ aragonite	CaCO ₃ calcite		CaMg(CO ₃) ₂ dolomite	CaF ₂ fluorite	CaSO ₄ ·2H ₂ O gesso		H ₂ (g)	H ₂ O(g)	NaCl Halite		O ₂ (g)	Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH hidroxiapatite	S enxofre		H ₂ S silvite
38	rio Areia	-2,19	-0,51	-0,36	-2,49	-0,74	-0,24	-1,82		-19,52	-1,66	-7,43		-46,30				-7,53
39	rio Águas Belas	-2,79	-1,66	-1,51	-2,23	-3,00	-2,58	-2,43		-17,40	-1,63	-7,11		-50,16		-4,84		-7,70

Amostra	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)
38	-4,4	-25,6

Símbolo	Li	Al	Ti	V	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	Ge	As	Se
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
38	0,006	0,108	0,0006	0,0004	0,122	0,00217	0,0023	0,0007	0,0143	0,00002	0,00043	0,0008

Símbolo	Rb	Sr	Y	Zr	Mo	Cd	Sb	I	Cs	Ba	La	Ce
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
38	0,0162	0,168	0,000142	0,00002	0,0002	0,00004	0,00014	0,05	0,000135	0,043	0,000051	9,6E-05
Símbolo	Pr	Nd	Sm	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Yb	Lu	Re	Tl
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
38	0,00001	0,00004	0,000016	0,000011	0,000002	0,000013	0,000003	0,000009	0,000008	0,000003	0,000002	0,000013
Símbolo	Pb	Th	U									
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l									
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS									
38	0,0002	5E-06	0,000335									

b) Massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré

A água superficial analisada no mês de Julho de 2011, localizada na massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré, foi recolhida de uma vala (amostra de água 40) do Casal de Areia.

Os resultados obtidos encontram-se no **Quadro 4.IV**.

Quadro 4.IV – Resultados das amostras de águas superficiais analisadas em Julho de 2011 da massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré

Amostra	Classificação da fácies hidroquímica	pH		Eh	Ambiente	Temperatura da água segundo Bogomolov e Silin-Betchurin	CE (μS/cm)		TDS (mg/l)		Dureza (mg/l)		Salinidade (‰)	
40	cloretada sódica	6,70	neutro	oxidante	transição entre água superficial e água subterrânea	morna	460,00	< 1000	299,00	entre 200 e 1000	8,00	Água branda	12,01	entre 11 e 14

Índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»															
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂	CaSO ₄ ·2H ₂ O			NaCl		Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH	S	KCl
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite	gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	hidroxiapatite	enxofre	H ₂ S
40	vala	-2,60	-1,52	-1,37	-1,76	-2,70	-3,47	-2,27	-16,51	-1,57	-6,89	-51,07			-7,55

4.1.1.3 – Outubro/2011

No mês de Outubro analisaram-se seis águas superficiais localizadas na massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré, (**Quadro 4.I**)

a) Massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré

As águas superficiais analisadas no mês de Outubro de 2011, localizadas na massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré, foram recolhidas de quatro valas (amostras de água: 40b, 49, 52 e 53) e do rio de Areia (amostras de água: 50 e 51) do Casal de Areia. Estas amostras, colhidas pela Associação dos Agricultores de Alcobaça, são um exemplo da influência das actividades antrópicas na qualidade das águas superficiais. São águas do rio de Areia e de canais afluentes translúcidas (amostras de água 49, 50, 51 e 40b) e/ou de cor branca (amostra de água 52 e 53), todas elas contendo elementos estranhos de cor castanha clara e com forte odor a urina. Quando os agricultores desta zona as utilizam queixam-se das culturas queimadas e do cheiro nauseabundo. A utilização, para rega, das águas superficiais próximas dos seus terrenos é um hábito que vem desde os seus antepassados.

Os resultados obtidos encontram-se no **Quadro 4.V**.

Quadro 4.V – Resultados das amostras de águas superficiais analisadas em Outubro de 2011 da massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré

Amostra	Classificação da fácies hidroquímica	pH		Eh	Ambiente	Temperatura da água segundo Bogomolov e Silin-Betchurin	CE (µS/cm)		TDS (mg/l)		Dureza (mg/l)		Salinidade (‰)	
40b	bicarbonatada cálcica	7,35	neutro	oxidante	rio	moderadamente fria	718,00	< 1000	466,70	entre 200 e 1000	15,40	Água branda	7,01	entre 6 e 10
49	sulfatada cálcica	4,53	ácido	oxidante	transição entre água superficial e água subterrânea	moderadamente fria	230,80	< 1000	150,02	< 200	41,80	Água branda	2,60	entre 2 e 5
50	sulfatada - bicarbonatada cálcica	7,29	neutro	oxidante	rio	moderadamente fria	537,00	< 1000	349,05	entre 200 e 1000	15,40	Água branda	7,04	entre 6 e 10
51	bicarbonatada cálcica	7,38	neutro	oxidante	rio	moderadamente fria	624,00	< 1000	405,60	entre 200 e 1000	14,60	Água branda	8,84	entre 6 e 10
52	sulfatada cálcica	4,28	ácido	oxidante	água de mina	morna	309,30	< 1000	201,05	entre 200 e 1000	49,40	Água branda	2,26	entre 2 e 5
53	cloretada - bicarbonatada sódica	8,19	fracamente básico	oxidante	rio	moderadamente fria	240,10	< 1000	156,07	< 200	12,80	Água branda	12,80	entre 11 e 14

		Índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»													
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂	CaSO ₄ ·2H ₂ O			NaCl		Ca ₃ (PO ₄) ₃ OH	S	KCl
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite	gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	hidroxipatite	enxofre	H ₂ S
40b	vala	-2,25	-0,60	-0,45	-2,30	-0,94	-0,13	-1,87	-24,13	-1,69	-7,42	-37,43			
49	vala	-1,45	-4,43	-4,28	-0,59	-8,66	1,35	-1,07	-16,85	-1,68	-7,11	-51,96			-7,00
50	rio	-2,25	-0,70	-0,55	-2,27	-1,14	-0,25	-1,87	-23,95	-1,69	-7,44	-37,86			-7,37
51	rio	-3,03	-0,48	-0,33	-2,22	-0,70	-1,64	-2,65	-23,87	-1,70	-7,83	-38,06	0,41		-7,73
52	vala	-1,58	-3,69	-3,54	0,86	-7,28	1,37	-1,21	-23,12	-1,66	-7,16	-39,10			-6,97
53	vala	-2,63	0,41	0,56	-2,79	1,07	-1,15	-2,25	-26,53	-1,70	-6,34	-32,74	2,05		-6,89

Símbolo	Li	Al	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	Ga
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
53	0,004	0,057	0,002	0,0016	0,0078	0,0016	0,0035	0,00153	0,0033	0,0016	0,114	0,00009
Símbolo	Ge	As	Se	Rb	Y	Zr	Nb	Mo	Cd	In	Sb	I
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
53	0,00007	0,00418	0,011	0,028	0,000563	0,00294	0,000005	0,0126	0,00009	0,000002	0,00175	0,078
Símbolo	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Gd	Tb	Dy	Ho	Er
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
53	0,00036	> 0,4	0,000094	0,000146	0,000024	0,000085	0,000027	0,000031	0,000005	0,000064	0,000026	0,00014
Símbolo	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Tl	Pb	Th	U	
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
53	0,00003	0,00032	0,000068	0,000054	0,000002	0,00136	0,000023	0,00009	0,00906	0,000012	0,0158	

4.1.1.4 – Novembro/2011

No mês de Novembro estudou-se a composição da chuva local. Para o efeito recolheram-se amostras de água da chuva com o auxílio de um bidon de 10 litros, ligado a um funil de diâmetro com cerca de 20 cm, nas estações meteorológicas da Associação dos Agricultores de Alcobaça: Alfeizeirão, Cela, Montes e Maiorga. A água de chuva corresponde ao intervalo de 11 de Novembro de 2011 a 16 de Novembro de 2011.

Os resultados obtidos encontram-se no **Quadro 4.VI**.

Quadro 4.VI - Resultados das amostras de águas de chuva analisadas em Novembro de 2011 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

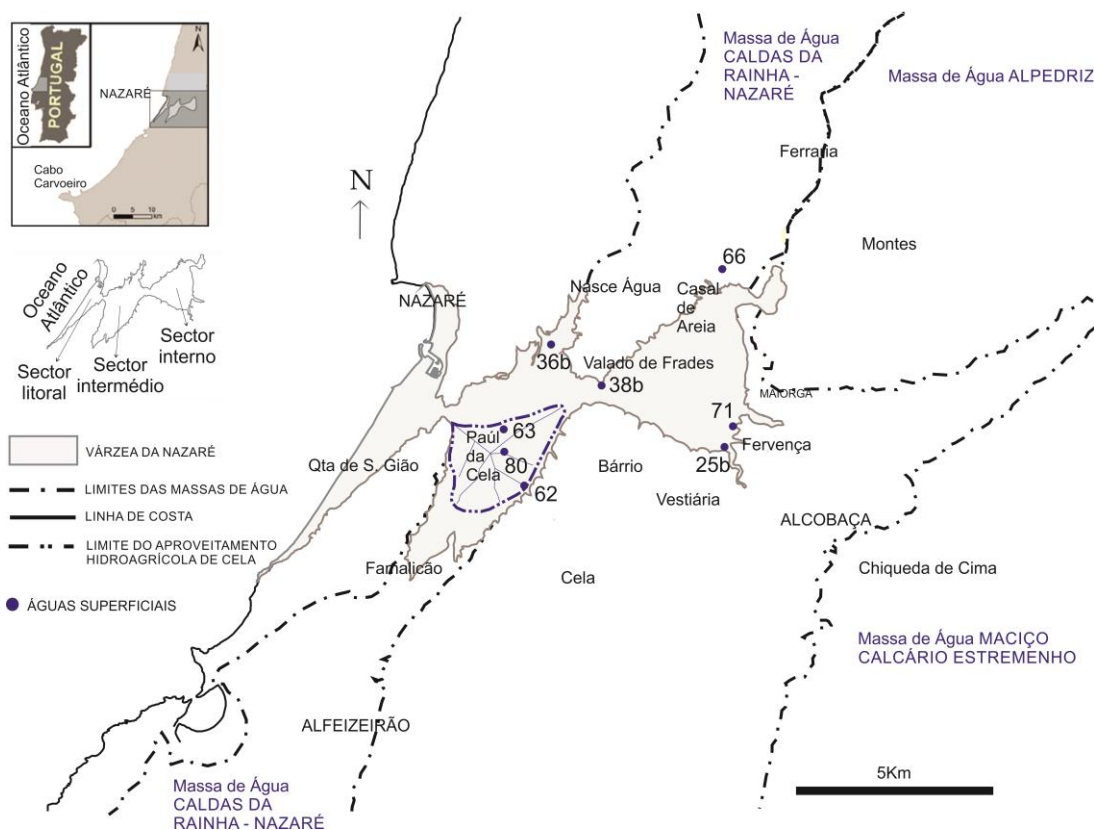
Amostra	Classificação da fácies hidroquímica	pH		Eh	Ambiente	Temperatura da água segundo Bogomolov e Silin-Betchurin	CE (µS/cm)		TDS (mg/l)		Dureza (mg/l)	Salinidade (‰)	
54	bicarbonatada cálcica	6,35	fracamente ácido	oxidante	chuva	moderadamente fria	380,50	< 1000	21,07	< 200	1,20	Água branda	4,85 entre 2 e 5
55	bicarbonatada cálcica	6,53	neutro	oxidante	chuva	moderadamente fria	395,50	< 1000	17,52	< 200	1,00	Água branda	4,74 entre 2 e 5
56	bicarbonatada cálcica	6,65	neutro	oxidante	chuva	moderadamente fria	392,90	< 1000	22,11	< 200	1,40	Água branda	3,89 entre 2 e 5
57	bicarbonatada cálcica	6,46	fracamente ácido	oxidante	chuva	moderadamente fria	398,50	< 1000	18,17	< 200	0,80	Água branda	4,44 entre 2 e 5

		Índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»													
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄ anidrite	CaCO ₃ aragonite	CaCO ₃ calcite	CO ₂ (g)	CaMg(CO ₃) ₂ dolomite	CaF ₂ fluorite	CaSO ₄ ·2H ₂ O gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	NaCl Halite	O ₂ (g)	Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH hidroxiapatite	S enxofre	KCl silvite
54	chuva	-4,31	-3,65	-3,51	-2,34	-7,04		-3,94	-23,57	-1,68	-9,65	-38,45	-10,07		-9,65
55	chuva	-4,77	-3,60	-3,45	-2,51	-6,94		-4,38	-23,88	-1,70	-10,01	-38,03			-9,54
56	chuva	-4,60	-3,10	-2,95	-2,47	-5,92		-4,22	-24,09	-1,68	-10,10	-37,44			-9,74
57	chuva	-4,74	-3,66	-3,51	-2,44	-7,04		-4,37	-23,64	-1,68	-10,04	-38,31			-9,50

Amostra	δ18O (‰)	δ2H (‰)
54	-5,0	-23,4
56	-5,6	-28,6
57	-5,6	-28,4

4.1.2 – Recursos hídricos superficiais – 2012

As amostras de água superficiais analisadas em 2012 (**Fig. 4.2**) foram recolhidas em diferentes meses. (**Quadro 4.VII**).

**Figura 4.2 – Localização dos recursos hídricos superficiais analisados em 2012**

Quadro 4.VII – Amostras de águas superficiais do ano 2012. (Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste ⁽¹⁾, massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré ⁽²⁾)

Ano	Mês	Tipo de captação	Amostra	Localização geográfica
2012	Fevereiro	canal	62	Paúl da Cela ⁽¹⁾
	Fevereiro	vala	63	Paúl da Cela ⁽¹⁾
	Março	vala	36b	Valado dos Frades ⁽¹⁾
	Março	rio	38b	Valado dos Frades ⁽¹⁾
	Julho	rio	25b	Fervença ⁽¹⁾
	Julho	lagoa	66	Casal de Areia ⁽²⁾
	Julho	vala	71	Fervença ⁽¹⁾
	Novembro	lagoa	80	Paúl da Cela ⁽¹⁾

4.1.2.1 – Fevereiro/2012

No mês de Fevereiro de 2012 analisaram-se duas águas superficiais localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste. (**Quadro 4.VII**).

a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

As águas superficiais analisadas no mês de Fevereiro de 2012, localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste, foram recolhidas de um canal de rega (amostra de água 62) e de uma vala (amostra de água: 63) do Paúl da Cela. Estas águas têm como destino regar as culturas (hortícolas, pomares e outras) do aproveitamento hidroagrícola de Cela. O aproveitamento hidroagrícola de Cela é um exemplo de plano de gestão de recursos hídricos (PGRH), que existe desde 1940 a cargo da Associação dos Beneficiários de Cela por contrato de concessão de «utilização privativa do domínio público hídrico» com a duração de 20 anos, realizado entre a ARH Tejo I.P. e a Direcção Geral da Agricultura e Desenvolvimento Rural, em 2011. Consiste no desvio por gravidade de um determinado volume de água do rio Alcobaça, através de comportas e valas cimentadas, ou não. Seguem pelos canais norte e sul e destes para outros secundários até à parcela a regar. Por fim, a água excedente é conduzida pelas valas de drenagem até à estação elevatória onde é bombeada, sendo introduzida no rio Alcobaça, que desagua no mar. (Caroça, 2015^b).

Os resultados obtidos encontram-se no **Quadro 4.VIII**.

Quadro 4.VIII – Resultados das amostras de águas superficiais analisadas em Fevereiro de 2012 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

Amostra	Classificação da fácies hidroquímica	pH		Eh	Ambiente	Temperatura da água segundo Bogomolov e Silin-Betchurin	CE (µS/cm)		TDS (mg/l)		Dureza (mg/l)		Salinidade (‰)	
62	bicarbonatada cálcica	8,06	fracamente básico	oxidante	rio	moderadamente fria	1230,00	entre 1000 e 2000	644,10	entre 200 e 1000	29,20	Água branda	7,95	entre 6 e 10
63	cloretada sódico- cálcica	8,26	fracamente básico	oxidante	rio	fria	1411,00	entre 1000 e 2000	609,93	entre 200 e 1000	31,00	Água branda	10,12	entre 6 e 10

		Índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»															
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂	CaSO ₄ ·2H ₂ O			NaCl			Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH	S		KCl
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite	gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	hidroxiapatite	enxofre	H ₂ S	silvite	
62	canal de rega	-2,40	0,77	0,92	-2,62	1,78		-1,98	-22,35	-1,77	-6,43	-42,11					-7,23
63	vala	-2,61	0,74	0,89	-2,93	1,61		-2,14	-24,00	-1,92	-6,28	-40,76	4,99				-6,85

Amostra	δ ¹⁸ O (‰)	δ ² H (‰)
63	-2,7	-17,5

Símbolo	Mn	Fe	Cu	Sr	Ba	P	S
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES
62	0,00004	0,00001	0,002	0,22	0,03	0,22	12
63	0,00002	0,00002	0,004	0,31	0,04	0,11	11

4.1.2.2 – Março/2012

No mês de Março de 2012 analisaram-se duas águas superficiais localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste. (**Quadro 4.VII**)

a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

As águas superficiais analisadas no mês de Março de 2012, localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste, obtidas de uma segunda colheita numa vala (amostra de água 36b) e no rio de Areia (amostra de água 38b), próximas de Valado dos Frades.

Os resultados obtidos encontram-se no **Quadro 4.IX**.

Quadro 4.IX – Resultados das amostras de águas superficiais analisadas em Março de 2012 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

Amostra	Classificação da fácies hidroquímica	pH		Eh	Ambiente	Temperatura da água segundo Bogomolov e Silin-Betchurin	CE (µS/cm)		TDS (mg/l)		Dureza (mg/l)		Salinidade (‰)	
36b	cloretada sódico-cálcica	6,64	neutro	oxidante	rio	moderadamente fria	681,00	< 1000	205,54	entre 200 e 1000	9,00	Água branda	8,91	entre 6 e 10
38b	bicarbonatada cálcica	7,31	neutro	oxidante	rio	moderadamente fria	794,00	< 1000	291,41	entre 200 e 1000	16,20	Água branda	5,19	entre 2 e 5

		Índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»														
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄ anidrite	CaCO ₃ aragonite	CaCO ₃ calcite	CO ₂ (g)	CaMg(CO ₃) ₂ dolomite	CaF ₂ fluorite	CaSO ₄ ·2H ₂ O gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	NaCl Halite	O ₂ (g)	Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH hidroxiapatite	S enxofre	H ₂ S	KCl silvite
36b	vala	-2,72	-2,00	-1,85	-2,03	-3,79		-2,30	-21,73	-1,79	-7,30	-43,53				-7,64
38b	rio Areia	-2,39	-0,68	-0,52	-2,26	-1,15	-0,73	-1,96	-22,59	-1,80	-7,42	-42,02				-7,56

4.1.2.3 – Julho/2012

No mês de Julho de 2012 analisaram-se duas águas superficiais localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste, e uma na massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré. (**Quadro 4.VII**)

a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

As águas superficiais analisadas no mês de Julho de 2012, localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste, obtidas de uma segunda colheita no rio de Alcobaça (amostra de água 25b) e numa vala (amostra de água 71), ambas em Fervença.

Os resultados obtidos encontram-se no **Quadro 4.X**.

Quadro 4.X – Resultados das amostras de águas superficiais analisadas em Julho de 2012 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

Amostra	Classificação da fácies hidroquímica	pH		Eh	Ambiente	Temperatura da água segundo Bogomolov e Silin-Betchurin	CE (µS/cm)		TDS (mg/l)		Dureza (mg/l)		Salinidade (‰)	
25b	bicarbonatada sódica	7,68	fracamente básico	oxidante	rio	morna	980,00	< 1000	438,34	entre 200 e 1000	22,20	Água branda	7,84	entre 6 e 10
71	bicarbonatada cálcica	7,90	fracamente básico	oxidante	rio	morna	943,00	< 1000	488,73	entre 200 e 1000	26,00	Água branda	6,60	entre 6 e 10

		Índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»														
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄ anidrite	CaCO ₃ aragonite	CaCO ₃ calcite	CO ₂ (g)	CaMg(CO ₃) ₂ dolomite	CaF ₂ fluorite	CaSO ₄ ·2H ₂ O gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	NaCl Halite	O ₂ (g)	Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH hidroxiapatite	S enxofre	H ₂ S	KCl silvite
25b	rio Alcobaça	-3,26	-0,11	0,04	-2,21	-0,05	-1,87	-2,92	-22,06	-1,59	-6,57	-40,32				-7,58
71	vala	-2,87	0,57	0,71	-2,42	1,44	-1,45	-2,52	-23,45	-1,60	-6,81	-37,67				-7,64

Amostra	δ ¹⁸ O (‰)	δ ² H (‰)
25b	-4,3	-23,1
71	-4,6	-21,5

Símbolo	Mn	Sr	Ba	P	S
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES
71	0,00003	0,16	0,03	0,09	5

b) Massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré

A água superficial analisada no mês de Julho de 2012, localizada na massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré, recolhida de uma lagoa no Casal de Areia (amostra de água 66).

Os resultados obtidos encontram-se no **Quadro 4.XI**.

Quadro 4.XI – Resultados da amostra de água superficial analisada em Julho de 2012 da massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré

Amostra	Classificação da fácies hidroquímica	pH		Eh	Ambiente	Temperatura da água segundo Bogomolov e Silin-Betchurin	CE (µS/cm)		TDS (mg/l)		Dureza (mg/l)		Salinidade (‰)	
66	cloretada sódica	6,41	fracamente ácido	oxidante	chuva	moderadamente quente	565,00	< 1000	367,25	entre 200 e 1000	7,80	Água branda	16,38	superior a 14

		Índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»														
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄ anidrite	CaCO ₃ aragonite	CaCO ₃ calcite	CO ₂ (g)	CaMg(CO ₃) ₂ dolomite	CaF ₂ fluorite	CaSO ₄ .2H ₂ O gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	NaCl Halite	O ₂ (g)	Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH hidroxiapatite	S enxofre	H ₂ S	KCl silvite
66	lagoa		-2.39	-2.25	-1.88	-4.45	-1.81		-20.30	-1.44	-7.22	-41.82				-7.70

Amostra	δ ¹⁸ O (‰)	δ ² H (‰)
66	-2,8	-17,8

Símbolo	Zn	Sr	Ba	S
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES
66	0,006	0,1	0,07	15

4.1.2.4 – Novembro/2012

No mês de Novembro de 2012 analisou-se uma água superficial localizada na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste. (**Quadro 4.VII**)

a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

A água superficial analisada no mês de Novembro de 2012, localizada na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste, foi recolhida da lagoa (amostra de água 80) no Paúl da Cela. Esta lagoa resulta da acumulação de águas da rega agrícola da quinta turística Casa da Moita, na zona de mais baixa altitude da várzea (entre 0 a 2 m).

Os resultados obtidos encontram-se no **Quadro 4.XII**.

Quadro 4.XII – Resultados da amostra de água superficial analisada em Novembro de 2012 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

Amostra	Classificação da fácies hidroquímica	pH		Eh	Ambiente	Temperatura da água segundo Bogomolov e Silin-Betchurin	CE (µS/cm)		TDS (mg/l)		Dureza (mg/l)		Salinidade (‰)	
80	cloretada sódica	8,24	fracamente básico	oxidante	rio	moderadamente fria	1886,00	entre 1000 e 2000	1568,40	entre 1000 e 3000	63,00	água moderadamente dura	10,14	entre 6 e 10

Índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»															
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄ anidrite	CaCO ₃ aragonite	CaCO ₃ calcite	CO ₂ (g)	CaMg(CO ₃) ₂ dolomite	CaF ₂ fluorite	CaSO ₄ ·2H ₂ O gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	NaCl Halite	O ₂ (g)	Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH hidroxiapatite	S enxofre	KCl silvite
80	lagoa	-1.54	1.12	1.27	-2.73	2.45	-0.42	-1.12	-22.47	-1.80	-5.50	-42.21			-6.32

4.1.3 – Recursos hídricos superficiais – 2013

As amostras de água superficiais analisadas em 2013 (**Fig. 4.3**) foram recolhidas em diferentes meses. (**Quadro 4.XIII**)

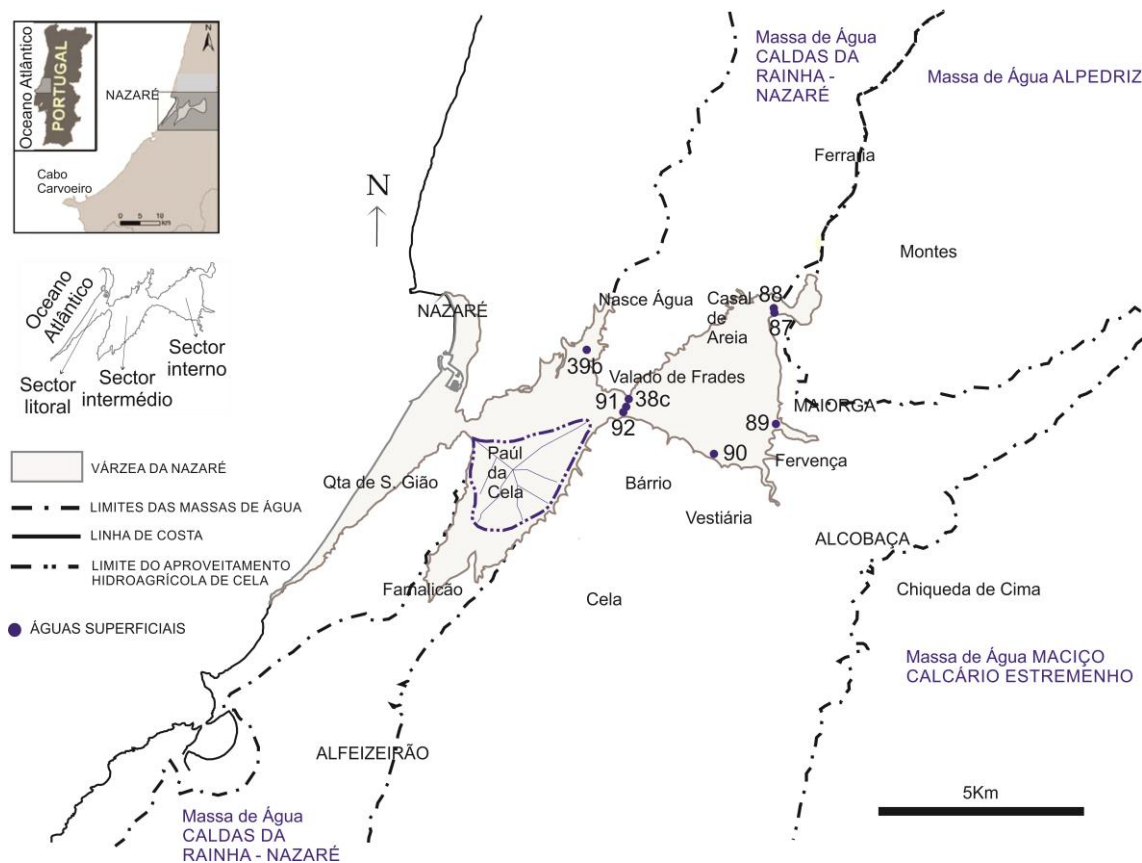


Figura 4.3 – Localização dos recursos hídricos superficiais analisados em 2013

Quadro 4.XIII – Amostras de águas superficiais do ano 2013. (Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste ⁽¹⁾)

Ano	Mês	Tipo de captação	Amostra	Localização geográfica
2013	Fevereiro	rio	87	Casal de Areia ⁽¹⁾
	Fevereiro	rio	88	Casal de Areia ⁽¹⁾
	Fevereiro	rio	89	Maiorga ⁽¹⁾
	Fevereiro	rio	90	Fervença ⁽¹⁾
	Fevereiro	rio	38c	Valado dos Frades ⁽¹⁾
	Fevereiro	rio	39b	Valado dos Frades ⁽¹⁾
	Fevereiro	rio	91	Valado dos Frades ⁽¹⁾
	Fevereiro	rio	92	Valado dos Frades ⁽¹⁾

4.1.3.1 – Fevereiro/2013

No mês de Fevereiro de 2013 analisaram-se oito águas superficiais localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste. (Quadro 4.XIII)

a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

As águas superficiais analisadas no mês de Fevereiro de 2013, localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste, foram águas recolhidas do rio de Cós (amostra de água 87) e do rio de Areia (amostra de água 88), ambas no Casal de Areia, do rio de São Vicente (amostra de água 89), em Maiorga, do rio de Alcobaça (amostra de água 90), do rio de Areia (amostra de água 38c), do rio das Águas Belas (amostra de água 39b), do rio do Meio (amostra de água 91) e do rio de Alcobaça (amostra de água 92), todas em Valado dos Frades.

Os resultados obtidos encontram-se no **quadro 4.XIV**.

Quadro 4.XIV – Resultados das amostras de águas superficiais analisadas em Fevereiro de 2013 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

Amostra	Classificação da fácies hidroquímica	pH		Eh	Ambiente	Temperatura da água segundo Bogomolov e Silin-Betchurin	CE (µS/cm)		TDS (mg/l)		Dureza (mg/l)		Salinidade (‰)	
87	bicarbonatada cálcico-magnésica	7,90	fracamente básico	oxidante	rio	morna	653,50	< 1000	424,78	entre 200 e 1000	26,40	Água branda	6,59	entre 6 e 10
88	bicarbonatada cálcica	7,87	fracamente básico	oxidante	rio	morna	553,50	< 1000	359,78	entre 200 e 1000	21,00	Água branda	8,77	entre 6 e 10
89	bicarbonatada cálcica	7,95	fracamente básico	oxidante	rio	morna	1148,00	entre 1000 e 2000	433,83	entre 200 e 1000	42,20	Água branda	3,85	entre 2 e 5
90	bicarbonatada cálcica	8,00	fracamente básico	oxidante	rio	morna	690,30	< 1000	530,85	entre 200 e 1000	24,00	Água branda	2,91	entre 2 e 5
38c	bicarbonatada cálcica	7,86	fracamente básico	oxidante	rio	morna	567,50	< 1000	336,78	entre 200 e 1000	23,40	Água branda	4,91	entre 2 e 5
39b	cloretada cálcica	7,75	fracamente básico	oxidante	rio	morna	589,30	< 1000	299,60	entre 200 e 1000	14,40	Água branda	6,21	entre 6 e 10
91	cloretada cálcica	7,77	fracamente básico	oxidante	rio	moderadamente fria	960,00	< 1000	538,77	entre 200 e 1000	28,80	Água branda	8,04	entre 6 e 10
92	bicarbonatada cálcica	8,05	fracamente básico	oxidante	rio	morna	709,80	< 1000	447,54	entre 200 e 1000	22,00	Água branda	2,06	entre 2 e 5

		Índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»														
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄ anidrite	CaCO ₃ aragonite	CaCO ₃ calcite		CaMg(CO ₃) ₂ dolomite	CaF ₂ fluorite	CaSO ₄ ·2H ₂ O gesso			NaCl Halite		Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH hidroxiapatite	S enxofre		KCl silvite
87	rio Cós	-3,21	0,52	0,67	-2,52	1,33	1,40	-2,84	-24,02	-1,67	-7,62	-37,40				-7,82
88	rio Areia	-2,39	0,22	0,37	-2,65	0,72	-0,07	-2,02	-22,93	-1,67	-7,45	-39,62				-7,72
89	rio de S. Vicente	-2,35	0,87	1,02	-2,33	2,01	1,55	-1,98	-21,81	-1,67	-6,96	-41,83				-6,93
90	rio de Alcobaça	-2,33	0,86	1,01	-2,57	2,02	1,65	-1,95	-22,26	-1,67	-7,58	-41,00				-8,07
38c	rio Areia	-2,26	0,18	0,33	-2,65	0,63	-4,07	-1,89	-22,53	-1,67	-7,43	-40,42				-7,63
39b	rio de Águas Belas	-2,59	-0,40	-0,26	-2,80	-0,56	0,99	-2,22	-21,03	-1,67	-7,25	-43,45				-6,99
91	rio do Meio	-2,68	0,37	0,52	-2,39	1,02	1,04	-2,31	-22,50	-1,68	-6,64	-40,59				-6,87
92	rio Alcobaça	-2,34	0,78	0,92	-2,63	1,85	1,41	-1,97	-23,02	-1,67	-7,77	-39,40				-8,20

4.2 – Recursos hídricos subterrâneos analisados

As águas subterrâneas analisadas resultaram da colheita em furos, poços e nascentes de fácil acesso.

4.2.1 – Recursos hídricos subterrâneos – 2011

As amostras de água subterrâneas analisadas em 2011 (**Fig. 4.4**) foram recolhidas em diferentes meses. (**Quadro 4.XV**)

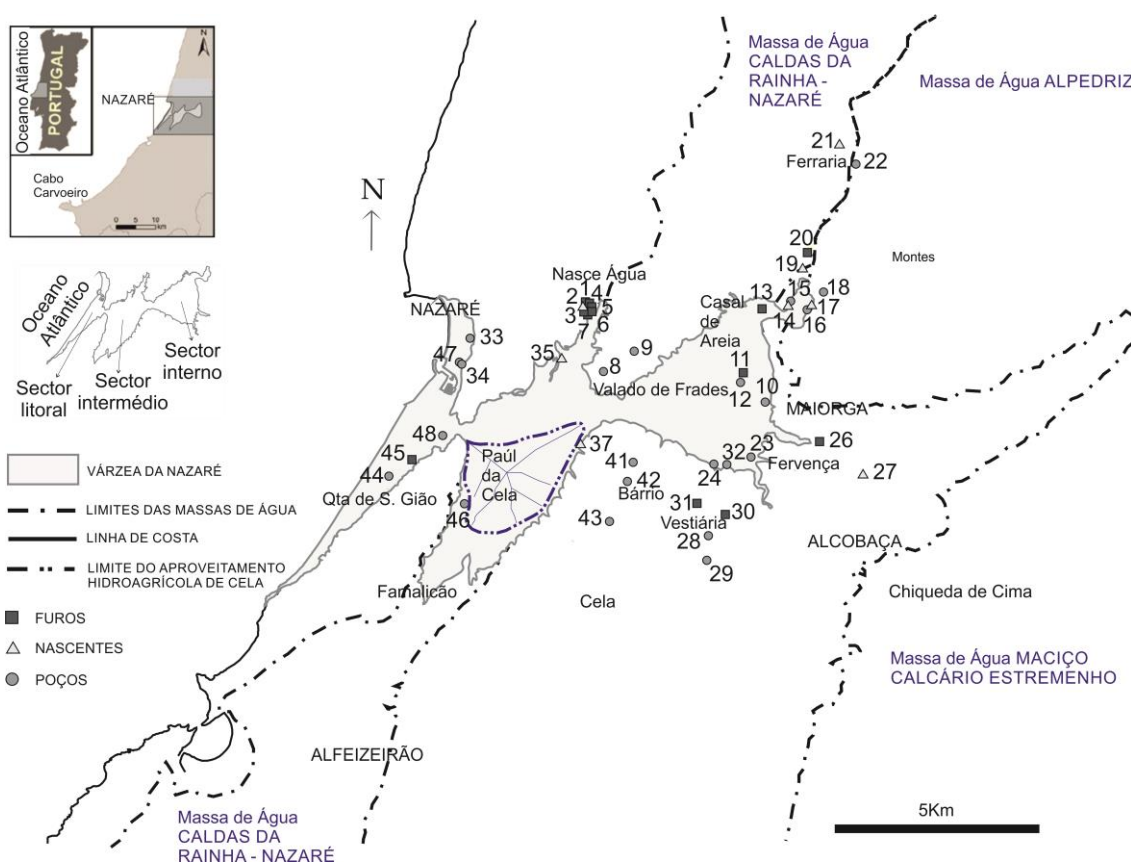


Figura 4.4 – Localização dos recursos hídricos subterrâneos analisados em 2011

Quadro 4.XV – Amostras de águas subterrâneas do ano 2011. (Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste ⁽¹⁾, massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré ⁽²⁾, massa de água de Alpedriz ⁽³⁾)

Ano	Mês	Tipo de captação	Amostra	Localização geográfica	Ano	Mês	Tipo de captação	Amostra	Localização geográfica
2011	Março	furo	1	Nasce Água ⁽¹⁾	2011	Maio	poço	23	Fervença ⁽¹⁾
	Março	nascente	2	Nasce Água ⁽¹⁾		Maio	poço	24	Fervença ⁽¹⁾
	Março	furo	3	Nasce Água ⁽¹⁾		Maio	furo	26	Alcobaça ⁽¹⁾
	Março	furo	4	Nasce Água ⁽¹⁾		Maio	nascente	27	Alcobaça ⁽¹⁾
	Março	furo	5	Nasce Água ⁽¹⁾		Maio	poço	28	Vestiária ⁽¹⁾
	Março	furo	6	Nasce Água ⁽¹⁾		Maio	poço	29	Vestiária ⁽¹⁾
	Março	furo	7	Nasce Água ⁽¹⁾		Maio	furo	30	Vestiária ⁽¹⁾
	Março	poço	8	Valado dos Frades ⁽²⁾		Maio	furo	31	Vestiária ⁽¹⁾
	Março	poço	9	Valado dos Frades ⁽²⁾		Maio	poço	32	Fervença ⁽¹⁾
	Março	poço	10	Maiorga ⁽¹⁾		Maio	poço	33	Nazaré ⁽¹⁾
	Março	furo	11	Maiorga ⁽²⁾		Maio	poço	34	Nazaré ⁽¹⁾
	Março	poço	12	Maiorga ⁽²⁾		Maio	nascente	35	Valado dos Frades ⁽¹⁾
	Março	furo	13	Casal de Areia ⁽²⁾		Julho	nascente	37	Bárrio ⁽¹⁾
	Março	nascente	14	Casal de Areia ⁽¹⁾		Julho	poço	41	Bárrio ⁽¹⁾
	Março	poço	15	Casal de Areia ⁽¹⁾		Julho	poço	42	Bárrio ⁽¹⁾
	Março	poço	16	Montes ⁽³⁾		Julho	poço	43	Bárrio ⁽¹⁾
	Março	nascente	17	Montes ⁽³⁾		Julho	poço	44	Quinta São Gião ⁽¹⁾
	Março	poço	18	Montes ⁽³⁾		Julho	furo	45	Quinta São Gião ⁽¹⁾
	Março	nascente	19	Montes ⁽²⁾		Julho	poço	46	Famalicão ⁽²⁾
	Março	furo	20	Montes ⁽²⁾		Setembro	poço	47	Nazaré ⁽¹⁾
	Março	nascente	21	Ferraria ⁽²⁾		Setembro	poço	48	Quinta São Gião ⁽¹⁾
	Março	poço	22	Ferraria ⁽³⁾					

4.2.1.1 – Março/2011

No mês de Fevereiro de 2011 analisaram-se 22 águas subterrâneas, sendo dez localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste, oito na massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré e quatro na massa de água de Alpedriz. (**Quadro 4.XV**)

a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

As águas subterrâneas analisadas no mês de Março de 2011, localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste, foram recolhidas de seis furos (amostras de água: 1, 3, 4, 5, 6 e 7) em Nasce Água, de dois poços (amostras de águas: 10 e 15) em Maiorga e em Casal de Areia, e de uma nascente (amostra de água 14) em Casal de Areia.

Os resultados obtidos encontram-se no **quadro 4.XVI**.

Quadro 4.XVI – Resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Março de 2011 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

Amostra	Classificação da fácies hidroquímica	pH		Eh	Ambiente	Temperatura da água segundo Bogomolov e Silin-Betchurin	CE (µS/cm)		TDS (mg/l)		Dureza (mg/l)		Salinidade (‰)	
1	cloretada sódica	6,24	fracamente ácido	oxidante	chuva	morna	128,40	< 1000	82,04	< 200	2,40	Água branda	10,32	entre 6 e 10
2	cloretada sódica	5,81	fracamente ácido	oxidante	chuva	moderadamente fria	151,00	< 1000	95,39	< 200	2,80	Água branda	9,54	entre 6 e 10
3	cloretada sódica	5,95	fracamente ácido	oxidante	chuva	moderadamente fria	143,60	< 1000	83,91	< 200	2,80	Água branda	12,44	entre 11 e 14
4	cloretada sódica	5,85	fracamente ácido	oxidante	chuva	moderadamente fria	197,00	< 1000	119,82	< 200	2,60	Água branda	12,55	entre 11 e 14
5	cloretada sódica	6,15	fracamente ácido	oxidante	chuva	moderadamente fria	195,00	< 1000	126,28	< 200	2,60	Água branda	11,67	entre 11 e 14
6	cloretada sódica	5,97	fracamente ácido	oxidante	chuva	moderadamente fria	152,00	< 1000	100,84	< 200	2,40	Água branda	11,65	entre 11 e 14
7	cloretada sódica	5,86	fracamente ácido	oxidante	chuva	moderadamente fria	142,00	< 1000	87,19	< 200	2,60	Água branda	9,81	entre 6 e 10
10	bicarbonatada cálcica	6,86	neutro	oxidante	rio	moderadamente fria	841,00	< 1000	410,89	entre 200 e 1000	34,20	Água branda	6,13	entre 6 e 10
14	bicarbonatada sódico-cálcica	7,27	neutro	oxidante	rio	moderadamente fria	450,00	< 1000	292,50	entre 200 e 1000	18,20	Água branda	10,72	entre 11 e 14
15	bicarbonatada cálcica	7,51	fracamente básico	oxidante	rio	moderadamente fria	543,00	< 1000	352,95	entre 200 e 1000	18,80	Água branda	5,76	entre 6 e 10

		Índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»														
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂	CaSO ₄ ·2H ₂ O			NaCl		Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH	S		KCl
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite	gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	hidroxiapatite	enxofre	H ₂ S	silvite
1	Furo	-3,72	-2,85	-2,70	-1,67	-5,42	-3,44	-3,34	-19,88	-1,67	-7,72	-45,76				-8,23
2	nascente	-3,65	-3,11	-2,96	-1,05	-5,95	-3,53	-3,27	-19,18	-1,70	-7,57	-47,44				-8,15
3	Furo	-3,79	-3,56	-3,41	-1,70	-6,88	-4,12	-3,40	-18,65	-1,71	-7,63	-48,64				-8,18
4	Furo	-3,73	-3,39	-3,24	-1,36	-6,51	-3,89	-3,34	-17,43	-1,70	-7,25	-51,05				-7,79
5	Furo	-3,56	-2,77	-2,62	-1,52	-5,27	-4,47	-3,17	-19,78	-1,72	-7,29	-46,60				-7,61
6	Furo	-3,65	-3,13	-2,98	-1,46	-5,97	-3,48	-3,26	-20,27	-1,71	-7,52	-45,43				-7,85
7	Furo	-3,78	-3,21	-3,06	-1,20	-6,18	-2,92	-3,38	-21,50	-1,73	-7,62	-43,29				-8,18
10	poço	-2,18	-0,47	-0,32	-1,44	-0,71	-1,31	-1,78	-20,28	-1,74	-6,85	-45,89				-6,88
14	nascente	-2,87	-0,73	-0,58	-1,97	-1,31	-1,85	-2,49	-22,13	-1,69	-7,39	-41,50				-7,66
15	poço	-2,61	-0,04	0,11	-2,13	0,20	-1,73	-2,23	-30,63	-1,68	-7,27	-24,39				-7,51

Amostra	δ ¹⁸ O (‰)	δ ² H (‰)
1	-4,9	-26,4
10	-4,4	-22,8

Símbolo	Li	Ti	V	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ge	As	Se
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
1		0,0006	0,0002	0,0003	0,02		0,0008	0,0005	0,0107		0,0002	0,0005
10	0,15	0,0009	0,0005	0,349	0,03	0,00113	0,0012		0,0039	0,00007	0,00074	0,0012

Símbolo	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Cd	Sb	I	Cs	Ba	La
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
1	0,00394	0,0371	0,000043		0,000022		0,00002			0,000069	0,0203	
10	0,00547	0,191	0,000115	0,00003	0,000007	0,0003	0,00004	0,00006	0,007	0,000052	0,243	0,000063

Símbolo	Ce	Pr	Nd	Sm	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Yb	Lu	Ta
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
1				0,000002			0,000002			0,000003		0,000002
10	0,000106	0,000013	0,000054	0,000014	0,000011	0,000002	0,000009	0,000003	0,00009	0,000018	0,000003	0,000002

Símbolo	Re	Hg	Tl	Pb	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
1		0,0005	0,000014	0,00008	0,000019
10	0,000007		0,000148	0,00005	0,00225

b) Massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré

As águas subterrâneas analisadas no mês de Março de 2011, localizadas na massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré, foram recolhidas de três furos em Maiorga (amostra de água 11), Casal de Areia (amostra de água 13) e Montes (amostra de água 20), de três poços em Valado dos Frades (amostras de água: 8 e 9) e em Maiorga (amostra de água: 12), e de duas nascentes (amostras de água: 19 e 21) em Montes e Ferraria, respectivamente.

Os resultados obtidos encontram-se no **quadro 4.XVII**.

Quadro 4.XVII – Resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Março de 2011 da massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré

Amostra	Classificação da fácies hidroquímica	pH		Eh	Ambiente	Temperatura da água segundo Bogomolov e Silin-Betchurin	CE (µS/cm)		TDS (mg/l)		Dureza (mg/l)		Salinidade (‰)	
8	sulfatada cálcica	6,09	fracamente ácido	oxidante	chuva	moderadamente fria	1007,00	entre 1000 e 2000	888,76	entre 200 e 1000	45,40	Água branda	3,33	entre 2 e 5
9	bicarbonatada cálcica	6,55	neutro	oxidante	chuva	moderadamente fria	480,00	< 1000	374,88	entre 200 e 1000	20,80	Água branda	2,37	entre 2 e 5
11	cloretada sódica	5,67	fracamente ácido	oxidante	chuva	morna	170,00	< 1000	108,28	< 200	2,00	Água branda	12,42	entre 11 e 14
12	cloretada cálcica	6,98	neutro	reduzida	ambiente de transição	moderadamente fria	512,00	< 1000	319,63	entre 200 e 1000	27,80	Água branda	6,38	entre 6 e 10
13	sulfatada cálcica	4,56	ácido	oxidante	entre água de mina e de chuva	moderadamente fria	513,00	< 1000	333,45	entre 200 e 1000	17,60	Água branda	1,93	entre 2 e 5
19	cloretada sódica	6,21	fracamente ácido	oxidante	chuva	morna	237,00	< 1000	147,90	< 200	3,60	Água branda	11,06	entre 11 e 14
20	bicarbonatada cálcica	6,42	fracamente ácido	oxidante	chuva	moderadamente fria	305,70	< 1000	202,27	entre 200 e 1000	13,00	Água branda	5,18	entre 2 e 5
21	cloretada cálcica	6,49	fracamente ácido	oxidante	chuva	moderadamente fria	229,00	< 1000	154,50	< 200	8,20	Água branda	6,60	entre 6 e 10

Índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»														
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂	CaSO ₄ ·2H ₂ O		NaCl		Ca ₃ (PO ₄) ₃ OH	S	KCl
8	poço	-1,63	-1,80	-1,65	-1,36	-3,36	-1,23	-1,23	-20,93	-1,74	-7,26	-44,57		-6,93
9	poço	-2,23	-1,25	-1,10	-1,48	-2,26	-2,51	-1,83	-21,96	-1,74	-8,04	-42,53		-7,86
11	Furo	-3,93	-3,77	-3,62	-1,22	-7,28	-3,24	-3,55	-16,98	-1,68	-7,30	-51,66		-7,84
12	poço	-2,12	-0,73	-0,58	-1,83	-1,23	-1,64	-1,72	-13,85	-1,74	-7,12	-58,69		-7,37
13	Furo	-1,62	-4,82	-4,67	-0,97	-9,38	1,01	-1,24	-21,14	-1,69	-7,72	-43,45		-7,42
19	nascente	-3,48	-2,84	-2,69	-1,63	-5,40	-5,63	-3,11	-20,25	-1,66	-7,26	-44,77		-7,51
20	Furo	-2,76	-1,78	-1,63	-1,45	-3,33	-2,84	-2,35	-22,57	-1,74	-7,87	-41,30		-7,65
21	nascente	-2,75	-2,03	-1,88	-1,80	-3,81		-2,36	-21,01	-1,71	-7,96	-44,03		-8,25

Amostra	δ ¹⁸ O (‰)	δ ² H (‰)
8	-4,3	-22,8
12	-4,2	-25,3

Símbolo	Li	Be	Al	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
8	0,006	0,0012	0,11	0,0007	0,0003		0,0954		0,009	0,0018	0,0014	0,0089
12	0,003		0,006	0,0006	0,0007		0,589	1,76	0,00139	0,003	0,0126	> 0,25
21			0,005	0,0003	0,0002	0,0006	0,0002					0,003

Símbolo	Ga	Ge	As	Se	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Cd	Sb
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
8	0,0004	0,00007	0,00029	0,0021	0,0238	> 0,2	0,0134	0,00015	0,000015		0,0001	0,00007
12	0,00002		0,00056		0,0121	0,199	0,000031	0,00003	0,000007	0,0008	0,00011	0,00021
21			0,00011	0,0003	0,0067	0,118	0,000335					

Símbolo	I	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
8	0,013	0,000125	0,116	0,0135	0,0318	0,00319	0,0113	0,0027	0,000691	0,00269	0,000368	0,0018
12	0,054	0,000106	0,0667	0,000011	0,000024	0,000002	0,000008	0,000006		0,000002		
21		0,000042	0,0443	0,000113	0,00001	0,000038	0,000168	0,000046	0,000013	0,00005	0,000006	0,00003

Símbolo	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	Re	Tl	Pb	Th	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
8	0,000325	0,000877	0,000099	0,000657	0,000101	0,000018	0,000004	0,000006	0,00017	0,00064	0,000021	0,0003
12	0,000002	0,000009	0,000002	0,000016	0,000002		0,000002	0,000002	0,000062	0,00118	0,000003	0,000536
21	0,000007	0,000021	0,000003	0,000026	0,000004			0,000004	0,000032	0,00003		0,000147

c) Massa de água de Alpedriz

As águas subterrâneas analisadas no mês de Março de 2011, localizadas na massa de água de Alpedriz, foram recolhidas de três poços em Montes (amostras de água: 16 e 18) e em Ferraria (amostra de água 22) e de uma nascente (amostra de água 17) em Montes.

Os resultados encontram-se no **quadro 4.XVIII**.

Quadro 4.XVIII – Resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Março de 2011 da massa de água de Alpedriz

Amostra	Classificação da fácies hidroquímica	pH	Eh	Ambiente	Temperatura da água segundo Bogomolov e Silin-Betchurin	CE (μS/cm)		TDS (mg/l)		Dureza (mg/l)		Salinidade (‰)	
16	cloretada sódica	5,58	fracamente ácido	oxidante	chuva	moderadamente fria	177,60	< 1000	118,47	< 200	3,60	Água branda	entre 11 e 14
17	cloretada sódica	5,78	fracamente ácido	oxidante	chuva	moderadamente fria	255,90	< 1000	171,41	< 200	5,20	Água branda	entre 6 e 10
18	bicarbonatada cálcica	6,66	neutro	oxidante	rio	morna	374,00	< 1000	278,38	entre 200 e 1000	18,40	Água branda	entre 2 e 5
22	bicarbonatada cálcica	7,01	neutro	oxidante	rio	moderadamente fria	517,00	< 1000	348,74	entre 200 e 1000	28,20	Água branda	entre 2 e 5

Índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»														
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂	CaSO ₄ ·2H ₂ O			NaCl		Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH	S
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite	gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	hidroxiapatite	enxofre
16	poço	-3,37	-3,57	-3,42	-1,08	-6,91	-2,97	-2,97	-19,48	-1,73	-7,66	-47,33		
17	nascente	-3,36	-3,46	-3,31	-1,33	-6,70	-2,45	-2,98	-20,28	-1,68	-7,44	-45,00		
18	poço	-2,70	-0,93	-0,78	-1,42	-1,57	-1,28	-2,33	-19,33	-1,67	-8,03	-46,78	-3,63	
22	poço	-2,43	-0,43	-0,28	-1,60	-0,64	-1,85	-2,03	-22,25	-1,75	-7,95	-42,00		

Amostra	δ ¹⁸ O (‰)	δ ² H (‰)
18	-5,0	-23,5
22	-4,3	-24,0

Símbolo	Li	Al	Ti	V	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
18		0,037	0,0018	0,002	0,0402	0,2	0,000234	0,001	0,0163	0,0068	0,00002	0,00003
22	0,008	0,003	0,0008	0,0008	0,0067	0,01	0,00115	0,0035	0,0035	0,0042		0,00002

Símbolo	As	Se	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Cd	Sb	I	Cs
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
18	0,0123	0,0004	0,0134	0,0862	0,000081	0,00036	0,000014	0,0012	0,00003	0,00074	0,009	0,00007
22	0,00303	0,0004	0,0172	0,101	0,000047	0,00003		0,0002		0,00011	0,002	0,000123

Símbolo	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
18	0,0121	0,000062	0,000118	0,000018	0,000068	0,00002	0,000006	0,000021	0,000002	0,000013	0,000002	0,000007
22	0,0244	0,000013	0,000021	0,000006	0,000019	0,000008		0,000007		0,000006		0,000002

Símbolo	Yb	Hf	Ta	W	Re	Tl	Pb	Th	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
18	0,000008	0,000007	0,000002	0,00003		0,000045	0,00012	0,000016	0,001
22	0,000004				0,000004	0,000295	0,00005		0,00214

4.2.1.2 – Maio/2011

No mês de Maio de 2011 analisaram-se 12 águas subterrâneas localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste. (**Quadro 4.XV**)

a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

As águas subterrâneas analisadas no mês de Maio de 2011, localizadas na massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré, foram recolhidas de três furos em Alcobaça (amostra de água 26), em Vestiária (amostras de águas: 30 e 31), de sete poços em Vestiária (amostras de água: 28 e 29), em Fervença (amostras de água: 23, 24 e 32), na Nazaré (amostras de água: 33 e 34), de duas nascentes em Alcobaça (amostra de água 27) e em Valado dos Frades (amostra de água 35).

Os resultados encontram-se no **quadro 4.XIX**.

Quadro 4.XIX – Resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Maio de 2011 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

Amostra	Classificação da fácies hidroquímica	pH	Eh	Ambiente	Temperatura da água segundo Bogomolov e Silin-Betchurin	CE (μS/cm)		TDS (mg/l)		Dureza (mg/l)		Salinidade (%)	
23	bicarbonatada cálcica	6,97	neutro	oxidante	rio	morna	957,00	< 1000	629,97	entre 200 e 1000	42,00	Água branda	4,68 entre 2 e 5
24	bicarbonatada sódico-cálcica	7,03	neutro	oxidante	rio	morna	1464,00	entre 1000 e 2000	957,63	entre 200 e 1000	42,00	Água branda	7,44 entre 6 e 10
26	cloretada sódica	6,62	neutro	oxidante	rio	moderadamente fria	782,00	< 1000	499,00	entre 200 e 1000	27,00	Água branda	8,57 entre 6 e 10
27	bicarbonatada cálcica	7,42	neutro	oxidante	rio	moderadamente fria	1034,00	entre 1000 e 2000	726,53	entre 200 e 1000	41,00	Água branda	3,54 entre 2 e 5
28	bicarbonatada cálcica	7,41	neutro	oxidante	rio	morna	706,00	< 1000	376,83	entre 200 e 1000	40,00	Água branda	2,75 entre 2 e 5
29	bicarbonatada cálcica	7,39	neutro	oxidante	rio	moderadamente fria	427,00	< 1000	277,55	entre 200 e 1000	22,00	Água branda	2,09 entre 2 e 5

Amostra	Classificação da fácies hidroquímica	pH		Eh	Ambiente	Temperatura da água segundo Bogomolov e Silin-Betchurin	CE (µS/cm)		TDS (mg/l)		Dureza (mg/l)		Salinidade (‰)	
30	bicarbonatada cálcica	6,97	neutro	oxidante	rio	moderadamente fria	852,00	< 1000	518,40	entre 200 e 1000	40,00	Água branda	3,09	entre 2 e 5
31	bicarbonatada sódica	7,48	neutro	oxidante	rio	morna	784,00	< 1000	394,45	entre 200 e 1000	36,00	Água branda	2,50	entre 2 e 5
32	cloretada sódica	7,17	neutro	oxidante	rio	morna	1138,00	entre 1000 e 2000	824,58	entre 200 e 1000	34,00	Água branda	6,65	entre 6 e 10
33	bicarbonatada cálcica	7,29	neutro	oxidante	rio	morna	962,00	< 1000	635,67	entre 200 e 1000	34,00	Água branda	4,56	entre 2 e 5
34	cloretada sódica	7,15	neutro	oxidante	rio	morna	2740,00	entre 2000 e 3000	1660,95	entre 1000 e 3000	58,00	Água moderadamente dura	11,19	entre 11 e 14
35	cloretada sódica	6,05	fracamente ácido	oxidante	entre água de chuva e de rio	morna	319,80	< 1000	161,16	< 200	8,00	Água branda	10,66	entre 11 e 14

Índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»															
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄ anidrite	CaCO ₃ aragonite	CaCO ₃ calcite	CO ₂ (g)	CaMg(CO ₃) ₂ dolomite	CaF ₂ fluorite	CaSO ₄ ·2H ₂ O gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	NaCl Halite	O ₂ (g)	Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH hidroxiapatite	S enxofre	KCl silvite
23	poço	-1,99	-0,14	0,00	-1,37	-0,02	-4,01	-1,62	-21,57	-1,66	-6,90	-42,20			-8,22
24	poço	-1,88	-0,02	0,13	-1,36	0,24	-2,12	-1,51	-21,20	-1,66	-6,08	-42,90			-7,14
26	Furo	-2,70	-0,95	-0,80	-1,21	-1,68	-1,76	-2,33	-20,41	-1,69	-6,55	-44,87			-7,35
27	nascente	-2,13	0,20	0,35	-1,83	0,63	-2,39	-1,74	-23,55	-1,71	-6,97	-38,84			-6,92
28	poço	-2,25	-0,22	-0,08	-1,95	-0,34	-2,87	-1,89	-21,43	-1,64	-7,98	-42,17			-7,53
29	poço	-2,54	-0,34	-0,19	-2,06	-0,47	-1,46	-2,15	-21,18	-1,73	-8,17	-43,89			-8,70
30	furo	-2,12	-0,35	-0,20	-1,36	-0,50	-3,04	-1,73	-19,88	-1,71	-7,29	-46,25			-7,91
31	furo	-2,79	-0,50	-0,35	-1,86	-1,35	-3,27	-2,42	-22,42	-1,67	-7,53	-40,60			-9,53
32	poço	-1,86	-0,30	-0,15	-1,62	-0,37	-2,18	-1,51	-21,00	-1,62	-6,23	-42,81			-7,73
33	poço	-2,06	0,11	0,25	-1,73	0,51	-1,42	-1,71	-22,70	-1,63	-6,86	-39,56	1,39		-6,73
34	poço	-1,64	0,05	0,20	-1,57	0,35	-1,07	-1,27	-22,04	-1,67	-5,33	-41,33			-6,07
35	nascente	-2,86	-2,88	-2,74	-1,62	-5,48	-2,34	-2,52	-21,60	-1,58	-7,41	-41,07			-8,17

Amostra	δ ¹⁸ O (‰)	δ ² H (‰)
23	-4,6	-22,3
24	-4,2	-22,9
27	-4,3	-22,5
30	-5,2	-22,3
31	-4,8	-23,5
32	-4,5	-26,2
33	-4,4	-25,7
34	-4,2	-20,8

Símbolo	Li	Al	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
24	0,006		0,0009	0,0003		3,49	0,04	0,00183	0,0046	0,0003	0,0198	0,00007
27	0,012		0,0006	0,0006	0,0006	0,0002		0,000178	0,0023		0,0053	
29	0,004		0,0006	0,0007	0,0008	0,0061			0,001	0,0034	0,0045	
31	0,008		0,0007	0,0002	0,0006	0,004			0,0009	0,0088	0,0118	
32	0,005	0,008	0,0009	0,0006		0,236	0,03	0,000145	0,0012		0,0057	0,00002
34	0,016	0,003	0,0008	0,0012		0,0572	0,04	0,00009	0,0056	0,0048	0,0046	

Símbolo	Ge	As	Se	Rb	Sr	Y	Zr	Mo	Cd	Sb	I	Cs
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
24	0,00002	0,00144	0,0015	0,00173			0,00008	0,0007	0,00002	0,00008	0,087	0,000029
27	0,00011	0,00009	0,0032	0,00142	0,175	0,000013	0,00007		0,00003	0,00002	0,022	0,000015
29	0,00006	0,00057		0,00255	0,15	0,00004	0,00008	0,0003		0,00028	0,022	0,000026
31	0,00008	0,00028	0,0009	0,00154		0,000024	0,00005	0,0003	0,00002	0,00017	0,01	0,000076
32	0,00002	0,00106	0,0017	0,00268		0,000033	0,00018	0,0003		0,00007	0,015	0,000058
34	0,00002	0,00232	0,0049	0,00788		0,000008	0,00012	0,002	0,00005	0,00032	0,013	0,000048

Símbolo	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Gd	Dy	Er	Yb	Hf	Ta
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
24	0,0638	0,000004			0,000003					0,000004		
27	0,123	0,000005			0,000004	0,000002				0,000003		
29	0,071	0,000028	0,00001	0,000006	0,000026	0,000007	0,000007	0,000005	0,000002	0,000004	0,000004	0,000002
31	0,165	0,000005			0,000004					0,000002	0,000002	0,000002
32	0,0543	0,000022	0,000049	0,000006	0,000022	0,000007	0,000006	0,000003	0,000003	0,000004	0,000004	
34	0,0702	0,000008	0,000007			0,000003	0,000002			0,000005	0,000004	0,000002

Símbolo	W	Re	Tl	Pb	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
24		0,000002	0,000015	0,0001	0,00107
27		0,000005	0,000007	0,00006	0,00332
29		0,000007	0,000011	0,00008	0,00298
31	0,00087	0,000006	0,000025	0,00035	0,00482
32		0,000003	0,000022	0,00012	0,00106
34		0,000006	0,000081	0,00031	0,00632

4.2.1.3 – Julho/2011

No mês de Julho de 2011 analisaram-se sete águas subterrâneas, sendo seis localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste e uma na massa de água das Caldas da Rainha -Nazaré. (**Quadro 4.XV**)

a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

As águas subterrâneas analisadas no mês de Julho de 2011, localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste, foram recolhidas de um furo (amostra de água 45) na Quinta de São Gião, de quatro poços (amostras de águas: 41, 42, 43 e 44) em Bárrio, e de uma nascente (amostra de água 37), também em Bárrio.

Os resultados obtidos encontram-se no **quadro 4.XX**.

Quadro 4.XX – Resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Julho de 2011 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

Amostra	Classificação da fácies hidroquímica	pH		Eh	Ambiente	Temperatura da água segundo Bogomolov e Silin- Betchurin	CE (µS/cm)		TDS (mg/l)		Dureza (mg/l)		Salinidade (‰)	
37	cloretada sódica	6,90	neutro	oxidante	rio	morna	2803,00	entre 2000 e 3000	1541,24	entre 1000 e 3000	31,60	Água branda	12,39	entre 11 e 14
41	bicarbonatada cálcica	7,33	neutro	oxidante	rio	morna	661,00	< 1000	419,98	entre 200 e 1000	34,00	Água branda	2,72	entre 2 e 5
42	bicarbonatada cálcica	7,17	neutro	oxidante	rio	morna	973,00	< 1000	602,37	entre 200 e 1000	32,00	Água branda	2,88	entre 2 e 5
43	bicarbonatada cálcica	7,47	neutro	oxidante	rio	moderadamente fria	919,00	< 1000	579,91	entre 200 e 1000	24,00	Água branda	3,29	entre 2 e 5
44	bicarbonatada cálcica	7,31	neutro	oxidante	rio	morna	1350,00	entre 1000 e 2000	807,88	entre 200 e 1000	38,00	Água branda	5,88	entre 6 e 10
45	cloretada cálcica	7,13	neutro	oxidante	rio	moderadamente fria	1330,00	entre 1000 e 2000	892,34	entre 200 e 1000	44,00	Água branda	6,51	entre 6 e 10

		Índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»														
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂	CaSO ₄ ·2H ₂ O			NaCl		Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH	S		KCl
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite	gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	hidroxiapatite	enxofre	H ₂ S	silvite
37	nascente	-1,99	-0,39	-0,25	-1,31	-0,49	-1,71	-1,65	-18,28	-1,58	-5,23	-47,70				-6,69
41	poço	-1,94	-0,16	-0,02	-2,03	-0,03	-1,09	-1,60	-18,46	-1,58	-7,55	-47,41				-7,90
42	poço	-1,92	0,07	0,22	-1,54	0,47	-2,31	-1,59	-18,10	-1,56	-7,20	-47,86				-7,74
43	poço	-2,04	0,31	0,46	-1,95	0,92	-2,13	-1,66	-22,42	-1,69	-7,21	-40,85				-8,11
44	poço	-2,16	0,13	0,27	-1,78	0,53	-1,21	-1,80	-21,01	-1,66	-6,52	-43,33	3,04			-6,49
45	Furo	-1,86	-0,03	0,12	-1,72	0,21	-4,77	-1,47	-19,29	-1,71	-6,47	-47,35				-7,44

Amostra	δ ¹⁸ O (‰)	δ ² H (‰)
37	-4,7	-25,8
44	-4,5	-25,3
45	-4,3	-23,1

Símbolo	Li	Al	Sc	Ti	V	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
37	0,019			0,0009	0,0003	0,0005		0,0061	0,0035	0,0114		0,00008
44	0,007	0,005	0,002	0,0038	0,0028	0,0012	0,00008	0,0019	0,0049	0,0228	0,00002	0,00003

Símbolo	As	Se	Rb	Y	Mo	Cd	Sb	I	Cs	Ba	La	Ce
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
37		0,0046	0,00413	0,00001	0,0004	0,00002	0,00002	0,036	0,00021	0,0546	0,000093	
44	0,0101	0,0034	0,0179	0,000005	0,0011		0,00039	0,008	0,000048	0,0282	0,000025	0,000008

Símbolo	Nd	Sm	Dy	Ta	Re	Tl	Pb	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
37	0,000002	0,000004		0,000002		0,000024	0,00015	0,000366
44			0,000002		0,000003	0,000004	0,00022	0,000434

b) Massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré

A água subterrânea analisada no mês de Julho de 2011, localizada na massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré, foi recolhida de um poço (amostra de água 46) em Famalicão.

Os resultados encontram-se no **quadro 4.XXI**.

Quadro 4.XXI – Resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Julho de 2011 da massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré

Amostra	Classificação da fácies hidroquímica	pH		Eh	Ambiente	Temperatura da água segundo Bogomolov e Silin-Betchurin	CE (µS/cm)		TDS (mg/l)		Dureza (mg/l)		Salinidade (‰)	
46	bicarbonatada cálcica	7,43	neutro	oxidante	rio	morna	566,00	< 1000	320,96	entre 200 e 1000	19,60	Água branda	3,69	entre 2 e 5

Índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»																
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂	CaSO ₄ ·2H ₂ O			NaCl		Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH	S		KCl
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite	gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	hidroxiapatite	enxofre	H ₂ S	silvite
46	poco	-2.45	-0.42	-0.27	-2.21	-0.55	-2.19	-2.13	-21.61	-1.55	-7.49	-40.68				-7.28

Amostra	δ ¹⁸ O (‰)	δ ² H (‰)
46	-4,2	-24,5

Símbolo	Li	Al	Ti	V	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
46	0,003	0,004	0,0004	0,0002	0,0146	0,02	0,000091	0,0007	0,0012	0,0091	0,00066	0,0009

Símbolo	Rb	Sr	Y	Mo	Sb	I	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
46	0,00588	0,181	0,000015	0,0002	0,00006	0,014	0,000036	0,0685	0,000029	0,000008	0,000002	0,000006

Símbolo	Gd	Yb	Hf	Tl	Pb	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
46	0,000003	0,000002	0,000002	0,000041	0,00011	0,000215

4.2.1.4 – Setembro/2011

No mês de Setembro de 2011 analisaram-se duas águas subterrâneas localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste. (**Quadro 4.XV**)

a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

As águas subterrâneas analisadas no mês de Setembro de 2011, localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste, foram recolhidas de dois poços na Nazaré (amostra de água 47) e na Quinta de São Gião (amostra de água 48).

Os resultados encontram-se no **quadro 4.XXII**.

Quadro 4.XXII – Resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Setembro de 2011 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

Amostra	Classificação da fácies hidroquímica	pH		Eh	Ambiente	Temperatura da água segundo Bogomolov e Silin-Betchurin	CE (µS/cm)		TDS (mg/l)		Dureza (mg/l)		Salinidade (‰)	
47	cloretada - bicarbonatada cálcica	7,17	neutro	reductor	transição entre água superficial e água subterrânea	morna	1815,00	entre 1000 e 2000	677,24	entre 200 e 1000	27,60	Água branda	8,46	entre 6 e 10
48	bicarbonatada cálcica	6,81	neutro	oxidante	ambiente de transição entre água superficial e subterrânea	morna	2330,00	entre 2000 e 3000	545,43	entre 200 e 1000	25,60	Água branda	6,49	entre 6 e 10

Índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»															
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃	CO ₂ (g)	CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂	CaSO ₄ .2H ₂ O	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	NaCl	O ₂ (g)	Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH	S	KCl
47	poço	-2,34	-0,04	0,11	-1,65	0,21	-4,91	-1,97	-11,96	-1,68	-6,35	-61,67	0,52		-7,04
48	poço	-2,53	-0,44	-0,30	-1,30	-0,58	-2,75	-2,17	-15,72	-1,63	-6,74	-53,51			-6,63

Símbolo	Al	Ti	V	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
48	0,017	0,0017	0,0029	0,0812	0,38	0,00096	0,0026	0,0034	0,0418	0,00002	0,00002	0,00999

Símbolo	Se	Rb	Sr	Y	Zr	Mo	Cd	Sb	I	Cs	Ba	La
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
48	0,0012	0,00955	> 0,2	0,000048	0,00003	0,0023	0,00003	0,00031	0,016	0,000032	0,0682	0,000037

Símbolo	Ce	Pr	Nd	Sm	Gd	Dy	Ho	Er	Yb	Tl	Pb	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
48	0,000067	0,00001	0,000037	0,00001	0,000009	0,000007	0,000002	0,000005	0,000004	0,000017	0,00082	0,00129

4.2.2 – Recursos hídricos subterrâneos – 2012

As amostras de água subterrâneas analisadas em 2012 (**Fig. 4.5**) foram recolhidas em diferentes meses. (**Quadro 4.XXIII**)

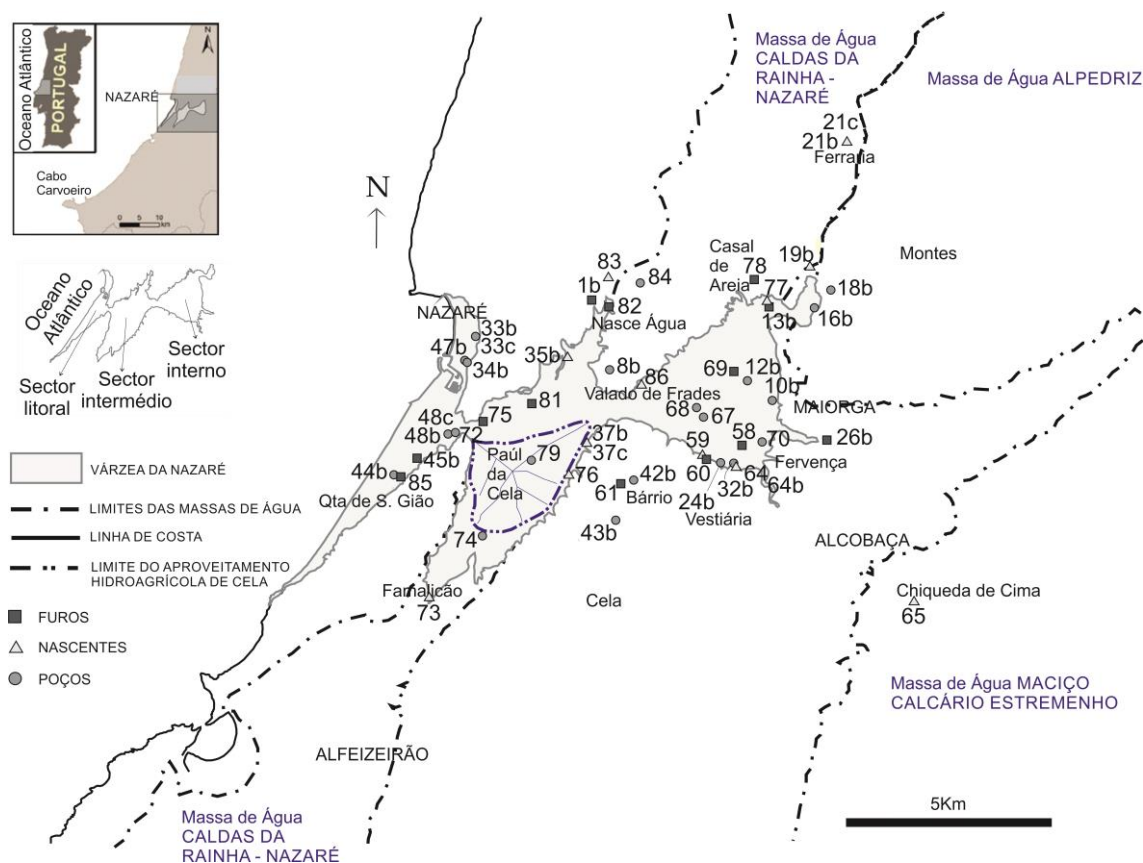


Figura 4.5 – Localização dos recursos hídricos subterrâneos analisados em 2012

Quadro 4.XXIII – Amostras de águas subterrâneas do ano 2012. (Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste ⁽¹⁾, massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré ⁽²⁾, massa de água de Alpedriz ⁽³⁾, massa de água do Maciço Calcário Estremenho ⁽⁴⁾)

Ano	Mês	Tipo de captação	Amostra	Localização geográfica	Ano	Mês	Tipo de captação	Amostra	Localização geográfica
2012	Fevereiro	furo	58	Fervença ⁽¹⁾	2012	Julho	poço	43b	Bárrio ⁽¹⁾
	Fevereiro	nascente	59	Fervença ⁽¹⁾		Julho	poço	44b	Quinta São Gião ⁽¹⁾
	Fevereiro	furo	60	Fervença ⁽¹⁾		Julho	furo	45b	Quinta São Gião ⁽¹⁾
	Fevereiro	furo	61	Bárrio ⁽¹⁾		Julho	poço	47b	Nazaré ⁽¹⁾
	Fevereiro	nascente	64	Fervença ⁽¹⁾		Julho	poço	48c	Quinta São Gião ⁽¹⁾
	Fevereiro	nascente	65	Alcobaça ⁽⁴⁾		Julho	nascente	64b	Fervença ⁽¹⁾
	Março	furo	1b	Nasce Água ⁽¹⁾		Julho	poço	67	Fervença ⁽²⁾
	Março	poço	8b	Valado dos Frades ⁽²⁾		Julho	poço	68	Fervença ⁽²⁾
	Março	poço	10b	Maiorga ⁽¹⁾		Julho	furo	69	Maiorga ⁽²⁾
	Março	poço	12b	Maiorga ⁽²⁾		Julho	poço	70	Fervença ⁽¹⁾
	Março	poço	18b	Montes ⁽³⁾		Julho	poço	72	Quinta São Gião ⁽¹⁾
	Março	nascente	21b	Ferraria ⁽²⁾		Julho	nascente	73	Famalicão ⁽²⁾
	Março	poço	33b	Nazaré ⁽¹⁾		Julho	poço	74	Famalicão ⁽²⁾
	Março	poço	34b	Nazaré ⁽¹⁾		Julho	furo	75	Nazaré ⁽¹⁾
	Março	nascente	37b	Bárrio ⁽¹⁾		Outubro	nascente	37c	Bárrio ⁽¹⁾
	Março	poço	48b	Quinta São Gião ⁽¹⁾		Outubro	nascente	76	Bárrio ⁽¹⁾
	Julho	furo	13b	Casal de Areia ⁽²⁾		Novembro	nascente	77	Casal de Areia ⁽²⁾
	Julho	poço	16b	Montes ⁽³⁾		Novembro	furo	78	Casal de Areia ⁽²⁾
	Julho	nascente	19b	Montes ⁽²⁾		Novembro	poço	79	Paúl da Cela ⁽¹⁾
	Julho	nascente	21c	Ferraria ⁽²⁾		Novembro	furo	81	Valado dos Frades ⁽¹⁾
	Julho	poço	24b	Fervença ⁽¹⁾		Novembro	furo	82	Nasce Água ⁽²⁾
	Julho	furo	26b	Alcobaça ⁽¹⁾		Novembro	nascente	83	Nasce Água ⁽¹⁾
	Julho	poço	32b	Fervença ⁽¹⁾		Novembro	poço	84	Nasce Água ⁽²⁾
	Julho	poço	33c	Nazaré ⁽¹⁾		Novembro	furo	85	Quinta São Gião ⁽¹⁾
	Julho	nascente	35b	Valado dos Frades ⁽¹⁾		Novembro	nascente	86	Valado dos Frades ⁽²⁾
	Julho	poço	42b	Bárrio ⁽¹⁾					

4.2.2.1 – Fevereiro/2012

No mês de Fevereiro de 2012 analisaram-se seis águas subterrâneas, sendo cinco localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste e uma na massa de água do Maciço Calcário Estremenho. (**Quadro 4.XXIII**)

a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

As águas subterrâneas analisadas no mês de Fevereiro de 2012, localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste, foram recolhidas de três furos em Fervença (amostras de água: 58 e 60) e em Bárrio (amostra de água 61), e de duas nascentes em Fervença (amostras de água: 59 e 64).

Os resultados encontram-se no **quadro 4.XXIV**.

Quadro 4.XXIV – Resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Fevereiro de 2012 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

Amostra	Classificação da fácies hidroquímica	pH	Eh	Ambiente	Temperatura da água segundo Bogomolov e Silin-Betchurin	CE (µS/cm)		TDS (mg/l)		Dureza (mg/l)		Salinidade (‰)	
58	cloretada sódica	6,77	neutro	redutora	próximo de ambiente de água subterrânea	moderadamente quente	2984,00	entre 2000 e 3000	1583,01	entre 1000 e 3000	38,80	Água branda	entre 6 e 10
59	cloretada sódica	7,10	neutro	oxidante	rio	moderadamente quente	4413,00	entre 4000 e 5000	2394,39	entre 1000 e 3000	43,60	Água branda	entre 11 e 14
60	cloretada sódica	7,13	neutro	oxidante	rio	moderadamente quente	4795,00	entre 4000 e 5000	2522,60	entre 1000 e 3000	48,00	Água branda	entre 11 e 14
61	bicarbonatada cálcica	7,01	neutro	oxidante	rio	moderadamente fria	1100	entre 1000 e 2000	565,90	entre 200 e 1000	34,00	Água branda	entre 2 e 5
64	cloretada sódica	7,10	neutro	oxidante	rio	moderadamente quente	4196,00	entre 4000 e 5000	2395,89	entre 1000 e 3000	42,60	Água branda	entre 11 e 14

Índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»														
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂	CaSO ₄ ·2H ₂ O			NaCl		Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH	S
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite	gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	hidroxiapatite	enxofre
58	furo	-3,46	0,00	0,15	-0,89	0,28		-3,08	-10,63	-1,70	-5,37	-64,61	0,00	0,74
59	nascente	-1,52	0,05	0,20	-1,57	0,48	-0,72	-1,22	-21,18	-1,50	-4,83	-40,87		-44,92
60	furo	-1,52	0,01	0,15	-1,62	0,39	-0,76	-1,24	-21,27	-1,45	-4,75	-40,12		-6,10
61	furo	-1,97	-0,18	-0,03	-1,53	-0,08		-1,58	-21,49	-1,71	-7,26	-43,00		-8,24
64	nascente	-1,55	-0,01	0,14	-1,61	0,35	-0,87	-1,25	-22,76	-1,50	-4,80	-37,66		-6,57

Amostra	δ18O (‰)	δ ² H (‰)
58	-4,3	-25,5
59	-4,5	-26,1
60	-4,6	-22,0
61	-4,3	-22,6

Símbolo	Li	Al	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
58	0,011		0,004	0,0053		0,0008	0,196	2,46	0,000402	0,001	0,0007	0,0027
59	0,023	0,004		0,0009			0,0004		0,000042	0,0026	0,001	0,0019
60	0,026			0,0009			0,0028		0,000156	0,0025	0,0038	0,0085
61	0,013		0,002	0,0011	0,0002		0,0291		0,000315	0,0015	0,0171	0,0152
Símbolo	Ga	Ge	As	Se	Rb	Y	Zr	Nb	Mo	Cd	Sb	Cs
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
58	0,00003	0,00003	0,00106	0,0026	0,00895	0,000021	0,00002	0,000007			0,00003	0,00019
59		0,0001	0,00206	0,0059	0,00591	0,000019		0,000006	0,0005		0,00003	0,00141
60		0,00012	0,0022	0,0069	0,00663	0,000016		0,000006	0,0003		0,00003	0,00145
61		0,00004	0,00042	0,0009	0,00083	0,000062	0,00002			0,00002	0,00025	0,000036
Símbolo	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Gd	Dy	Er	Yb	Tl	Pb
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
58	0,167	0,000006	0,000006		0,000007	0,000002	0,000002	0,000003	0,000003	0,000004	0,000004	0,00008
59	0,079	0,000007	0,000006		0,000005	0,000002					0,000151	0,00006
60	0,0647	0,000007	0,00001		0,000003	0,000002	0,000002	0,000002			0,000104	0,00017
61	0,133	0,000019	0,000007	0,000003	0,000015	0,000004	0,000004	0,000004	0,000004	0,000002	0,000004	0,00003
Símbolo	Th	U										
Unidade	mg/l	mg/l										
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS										
58	0,000002	0,000026										
59		0,000302										
60		0,00013										
61		0,00562										

b) Massa de água do Maciço Calcário Estremenho

A água subterrânea analisada no mês de Fevereiro de 2012, localizada na massa de água do Maciço Calcário Estremenho, foi recolhida de uma nascente (amostra de água 65) em Alcobaça, mais propriamente numa das nascentes do rio Alcôa, no Poço Suão, próximo de Chiqueda de Cima, Alcobaça.

Os resultados encontram-se no **quadro 4.XXV**.

Quadro 4.XXV – Resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Fevereiro de 2012 da massa de água do Maciço Calcário Estremenho

Amostra	Classificação da fácies hidroquímica	pH		Eh	Ambiente	Temperatura da água segundo Bogomolov e Silin-Betchurin	CE (µS/cm)		TDS (mg/l)		Dureza (mg/l)		Salinidade (‰)	
65	bicarbonatada cálcica	7,18	neutro	oxidante	rio	moderadamente fria	1198,00	entre 1000 e 2000	569,53	entre 200 e 1000	23,20	Água branda	7,92	entre 6 e 10

		Índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»														
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂	CaSO ₄ ·2H ₂ O			NaCl		Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH	S		KCl
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite	gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	hidroxiapatite	enxofre	H ₂ S	silvite
65	nascente	-2.83	-0.13	0.02	-1.76	0.01		-2.44	-23.37	-1.73	-6.67	-39.45				-7.66

4.2.2.2 – Março/2012

No mês de Março de 2012 analisaram-se dez águas subterrâneas, sendo seis localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste, três na massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré e uma na massa de água de Alpedriz. (**Quadro 4.XXIII**)

a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

As águas subterrâneas analisadas no mês de Março de 2012, localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste, foram recolhidas de um furo (amostra de água 1b) em Nasce Água, de quatro poços em Maiorga (amostra de água 10b), Nazaré (amostras de águas: 33b e 34b) e Quinta de São Gião (amostra de água 48b) e de uma nascente em Bárrio (amostra de água 37b).

Os resultados encontram-se no **quadro 4.XXVI**.

Quadro 4.XXVI – Resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Março de 2012 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

Amostra	Classificação da fácies hidroquímica	pH		Eh	Ambiente	Temperatura da água segundo Bogomolov e Silin-Betchurin	CE (µS/cm)		TDS (mg/l)		Dureza (mg/l)		Salinidade (‰)	
1b	cloretada sódica	6,21	fracamente ácido	oxidante	chuva	moderadamente fria	434,00	< 1000	65,60	< 200	2,80	Água branda	13,02	entre 11 e 14
10b	bicarbonatada cálcica	7,02	neutro	oxidante	rio	moderadamente fria	1265,00	entre 1000 e 2000	395,46	entre 200 e 1000	34,20	Água branda	5,33	entre 2 e 5
33b	bicarbonatada cálcica	7,33	neutro	oxidante	rio	moderadamente fria	1583,00	entre 1000 e 2000	966,88	entre 200 e 1000	50,00	Água branda	3,81	entre 2 e 5
34b	cloretada sódica	7,30	neutro	oxidante	rio	moderadamente fria	3814,00	entre 3000 e 4000	2150,81	entre 1000 e 3000	71,60	Água moderadamente dura	13,04	entre 11 e 14

Amostra	Classificação da fácies hidroquímica	pH		Eh	Ambiente	Temperatura da água segundo Bogomolov e Silin-Betchurin	CE (μS/cm)		TDS (mg/l)		Dureza (mg/l)		Salinidade (‰)	
37b	cloretada sódica	7,00	neutro	oxidante	rio	morna	3110,00	entre 3000 e 4000	1641,85	entre 1000 e 3000	40,40	Água branda	12,51	entre 11 e 14
48b	bicarbonatada cálcica	7,03	neutro	oxidante	rio	moderadamente fria	1050,00	entre 1000 e 2000	479,40	entre 200 e 1000	28,20	Água branda	6,26	entre 6 e 10

		Índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»														
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂	CaSO ₄ ·2H ₂ O			NaCl		Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH	S		KCl
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite	gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	hidroxapatite	enxofre	H ₂ S	silvite
1b	furo	-4,29	-3,65	-3,50	-2,01	-7,17		-3,90	-20,10	-1,71	-7,74	-45,85				-8,25
10b	poço	-2,26	-0,25	-0,10	-1,49	-0,26		-1,85	-19,31	-1,75	-6,81	-47,89				-7,03
33b	poço	-1,71	0,20	0,36	-1,89	0,63		-1,28	-23,26	-1,80	-6,74	-40,67	2,36			-6,78
34b	poço	-1,57	0,35	0,51	-1,81	0,96		-1,17	-21,27	-1,76	-5,09	-44,08				-5,93
37b	nascente	-1,81	-0,13	0,02	-1,46	0,05	-1,46	-1,46	-22,38	-1,62	-5,20	-39,99				-6,71
48b	poco	-2,51	-0,39	-0,24	-1,61	-0,60		-2,06	-21,34	-1,86	-7,04	-45,22	-0,15			-6,78

Amostra	δ ¹⁸ O (‰)	δ ² H (‰)
48b	-4,8	-23,5

Símbolo	Cu	Zn	Sr	Ba	P	S
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES
33b	0,005	0,009	0,41	0,08	0,9	48

b) Massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré

As águas subterrâneas analisadas no mês de Março de 2012, localizadas na massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré, foram recolhidas de dois poços (amostras de água: 8b e 12b) em Valado dos Frades e em Maiorga e de uma nascente (amostra de água 21b) em Ferraria.

Os resultados encontram-se no **quadro 4.XXVII**.

Quadro 4.XXVII – Resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Março de 2012 da massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré

Amostra	Classificação da fácies hidroquímica	pH		Eh	Ambiente	Temperatura da água segundo Bogomolov e Silin-Betchurin	CE (μS/cm)		TDS (mg/l)		Dureza (mg/l)		Salinidade (‰)	
8b	sulfatada cálcica	6,53	neutro	oxidante	rio	moderadamente fria	1520,00	entre 1000 e 2000	794,54	entre 200 e 1000	46,20	Água branda	3,11	entre 2 e 5
12b	bicarbonatada cálcica	7,36	neutro	oxidante	rio	moderadamente fria	859,00	< 1000	268,39	entre 200 e 1000	20,00	Água branda	5,32	entre 2 e 5
21b	bicarbonatada cálcica	6,71	neutro	oxidante	chuva	moderadamente fria	485,00	< 1000	157,76	< 200	10,00	Água branda	5,89	entre 6 e 10

		Índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»														
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄ anidrite	CaCO ₃ aragonite	CaCO ₃ calcite	CO ₂ (g)	CaMg(CO ₃) ₂ dolomite	CaF ₂ fluorite	CaSO ₄ ·2H ₂ O gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	NaCl Halite	O ₂ (g)	Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH hidroxiapatite	S enxofre	H ₂ S	KCl silvite
8b	poço	-1,74	-1,26	-1,10	-1,66	-2,28		-1,33	-21,30	-1,76	-7,35	-43,98				-7,16
12b	poço	-2,28	-0,40	-0,25	-2,18	-0,61	-1,15	-1,85	-23,03	-1,83	-7,25	-41,43				-7,65
21b	nascente	-2,78	-1,70	-1,55	-1,92	-3,15		-2,39	-23,63	-1,71	-8,00	-38,78				-8,30

c) Massa de água de Alpedriz

A água subterrânea analisada no mês de Março de 2012, localizada na massa de Alpedriz, foi recolhida de um poço (amostra de água 18b) em Montes.

Os resultados obtidos encontram-se no **quadro 4.XXVIII**.

Quadro 4.XXVIII – Resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Março de 2012 da massa de água de Alpedriz

Amostra	Classificação da fácies hidroquímica	pH		Eh	Ambiente	Temperatura da água segundo Bogomolov e Silin-Betchurin	CE (µS/cm)		TDS (mg/l)		Dureza (mg/l)		Salinidade (‰)	
18b	bicarbonatada cálcica	8,19	fracamente básico	oxidante	rio	moderadamente fria	950,00	< 1000	501,17	entre 200 e 1000	30,00	Água branda	2,33	entre 2 e 5

Índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»																
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄ anidrite	CaCO ₃ aragonite	CaCO ₃ calcite	CO ₂ (g)	CaMg(CO ₃) ₂ dolomite	CaF ₂ fluorite	CaSO ₄ ·2H ₂ O gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	NaCl Halite	O ₂ (g)	Ca ₃ (PO ₄) ₃ OH hidroxiapatite	S enxofre	H ₂ S	KCl silvite
18b	poco	-2.22	0.79	0.94	-2.91	1.86		-1.84	-24.72	-1.69	-7.86	-36.24	4.58			-7.34

4.2.2.3 – Julho/2012

No mês de Julho de 2012 analisaram-se 24 águas subterrâneas, sendo 15 localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste, oito na massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré e uma na massa de água de Alpedriz. (**Quadro 4.XXIII**)

a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

As águas subterrâneas analisadas no mês de Julho de 2012, localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste, foram recolhidas de três furos: Alcobaça (amostra de água 26b), Quinta de São Gião (amostra de água 45b) e Nazaré (amostra de água 75), de dez poços: Fervença (amostras de água: 24b, 32b e 70), Nazaré (amostra de água: 33c), Bárrio (amostras de água: 42b e 43b) e Quinta de São Gião (amostras de água: 44b, 48c e 72), e de duas nascentes: Valado dos Frades (amostra de água 35b) e Fervença (amostra de água 64b).

Os resultados obtidos encontram-se no **quadro 4.XXVIX**.

Quadro 4.XXIX – Resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Julho de 2012 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

Amostra	Classificação da fácies hidroquímica	pH		Eh	Ambiente	Temperatura da água segundo Bogomolov e Silin-Betchurin	CE (µS/cm)		TDS (mg/l)		Dureza (mg/l)		Salinidade (‰)	
24b	bicarbonatada sódica	7,03	neutro	redutora	ambiente de transição para água subterrânea	morna	2317,00	entre 2000 e 3000	965,79	entre 200 e 1000	55,60	Água moderadamente dura	8,30	entre 6 e 10
26b	bicarbonatada cálcica	7,05	neutro	oxidante	rio	morna	908,00	< 1000	449,50	entre 200 e 1000	26,20	Água branda	6,99	entre 6 e 10
32b	bicarbonatada cálcica	7,85	fracamente básico	oxidante	rio	morna	1074,00	entre 1000 e 2000	523,02	entre 200 e 1000	24,00	Água branda	8,33	entre 6 e 10
33c	bicarbonatada cálcica	7,25	neutro	oxidante	rio	morna	1317,00	entre 1000 e 2000	679,70	entre 200 e 1000	47,80	Água branda	3,36	entre 2 e 5

Amostra	Classificação da fácies hidroquímica	pH	Eh	Ambiente	Temperatura da água segundo Bogomolov e Silin-Betchurin	CE (µS/cm)		TDS (mg/l)		Dureza (mg/l)		Salinidade (‰)	
35b	cloretada cálcico - magnésica	6,35	fracamente ácido	oxidante	próximo das águas de transição entre água superficial e subterrânea	morna	340,00	< 1000	249,46	entre 200 e 1000	6,20	Água branda	9,96 entre 6 e 10
42b	bicarbonatada cálcica	7,51	fracamente básico	oxidante	rio	morna	942,00	< 1000	567,20	entre 200 e 1000	29,80	Água branda	2,39 entre 2 e 5
43b	bicarbonatada sódica	7,22	neutro	oxidante	rio	moderadamente fria	880,00	< 1000	354,74	entre 200 e 1000	33,20	Água branda	2,31 entre 2 e 5
44b	bicarbonatada cálcica	7,33	neutro	oxidante	rio	moderadamente fria	1148,00	entre 1000 e 2000	562,72	entre 200 e 1000	38,60	Água branda	4,76 entre 2 e 5
45b	bicarbonatada sódica	7,17	neutro	oxidante	rio	moderadamente fria	1242,00	entre 1000 e 2000	522,06	entre 200 e 1000	35,60	Água branda	7,13 entre 6 e 10
47b	bicarbonatada cálcica	7,27	neutro	redutor	transição entre água superficial e água subterrânea	morna	1122,00	entre 1000 e 2000	558,74	entre 200 e 1000	33,60	Água branda	6,52 entre 6 e 10
48c	bicarbonatada cálcica	6,86	neutro	oxidante	ambiente de transição entre água superficial e subterrânea	morna	925,00	< 1000	540,00	entre 200 e 1000	28,20	Água branda	4,18 entre 2 e 5
64b	cloretada sódica	7,00	neutro	oxidante	rio	moderadamente quente	4026,00	entre 4000 e 5000	2272,85	entre 1000 e 3000	31,40	Água branda	11,99 entre 11 e 14
70	bicarbonatada - cloretada cálcica	7,62	fracamente básico	oxidante	rio	morna	1210,00	entre 1000 e 2000	652,81	entre 200 e 1000	36,80	Água branda	7,60 entre 6 e 10
72	bicarbonatada sódico-cálcica	7,01	neutro	redutor	água subterrânea	morna	2116,00	entre 2000 e 3000	1064,11	entre 1000 e 3000	55,80	Água moderadamente dura	8,55 entre 6 e 10
75	bicarbonatada cálcico - magnésica	6,70	neutro	oxidante	rio	morna	308,00	< 1000	137,78	< 200	7,00	Água branda	6,54 entre 6 e 10

Índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»														
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂	CaSO ₄ ·2H ₂ O			NaCl		Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH	S
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite	gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	hidroxiapatite	enxofre
24b	poço	-2,35	0,08	0,23	-1,33	0,43		-1,98	-12,61	-1,66	-5,95	-60,11		
26b	furo	-2,71	-0,42	-0,27	-1,65	-0,56	-2,87	-2,34	-22,88	-1,66	-6,83	-39,54		
32b	poço	-3,09	0,55	0,70	-2,36	1,44		-2,75	-22,84	-1,58	-6,53	-38,55		
33c	poço	-2,16	0,18	0,33	-1,73	0,64		-1,78	-23,35	-1,67	-6,99	-38,81		
35b	nascente	-2,52	-2,02	-1,87	-2,02	-3,68		-2,17	-18,64	-1,62	-7,43	-47,53		
42b	poço	-1,89	0,46	0,60	-1,99	1,26	-1,84	-1,56	-21,10	-1,57	-7,49	-41,99		
43b	poço	-2,54	-0,66	-0,51	-1,75	-1,43		-2,16	-19,08	-1,68	-7,51	-47,46		
44b	poço	-3,06	0,10	0,25	-1,83	0,45		-2,68	-20,75	-1,68	-6,92	-44,15		
45b	furo	-2,72	-0,35	-0,20	-1,72	-0,50		-2,34	-20,03	-1,70	-6,57	-45,74		
47b	poço	-2,49	0,08	0,23	-1,77	0,45		-2,13	-12,34	-1,66	-6,68	-60,60		
48c	poço	-2,41	-0,25	-0,10	-1,37	-0,16	-2,45	-2,06	-15,89	-1,61	-7,19	-52,94	-5,76	
64b	nascente	-1,74	-0,34	-0,19	-1,50	-0,31	-0,01	-1,46	-20,40	-1,47	-4,81	-42,05		
70	poço	-2,13	0,43	0,58	-2,12	1,17	0,51	-1,79	-23,43	-1,59	-6,53	-37,52		
72	poço	-2,65	0,15	0,29	-1,21	0,57		-2,30	-3,76	-1,62	-5,94	-77,29	0,45	
75	furo	-3,36	-1,65	-1,50	-1,99	-2,99		-2,99	-21,71	-1,66	-7,94	-41,84		

Amostra	δ ¹⁸ O (‰)	δ ² H (‰)
24b	-4,4	-23,8
26b	-4,8	-26,7
33c	-4,5	-26,4
35b	-4,0	-19,5
42b	-4,0	-19,5
43b	-4,6	-21,6
44b	-4,7	-27,2
47b	-3,9	-23,6
48c	-4,7	-22,4
64b	-4,7	-25,1
70	-3,3	-18,4
72	-2,5	-13,0
75	-5,1	-27,1

Símbolo	Li	Al	Sc	Ti	V	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ge
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
26b	0,013	0,003	0,002	0,001		0,0054		0,000207	0,0022	0,0023	0,0161	0,00012
35b		0,033	0,002	0,0013	0,0007	0,0129	0,02	0,000044		0,0004	0,0063	
45b	0,004			0,0007		0,0006				0,0019	0,0105	0,00002
47b (ICP-OES)						0,11	0,44					
48c (ICP-OES)						0,16	0,06				0,028	
64b	0,025	0,003		0,001		0,0003			0,0004	0,0006	0,0076	0,00011

Símbolo	As	Se	Rb	Sr	Y	Nb	Mo	Cd	Sb	Cs	Ba	La
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
26b	0,0004		0,0103	0,11	0,000018			0,00004	0,00013	0,000123	0,0975	0,000014
35b	0,00073		0,00454	0,0766	0,000014				0,00002	0,000028	0,0122	0,000013
45b	0,00093		0,00117	> 0,2	0,000007					0,000009	0,147	0,000004
47b (ICP-OES)				0,4							0,03	
48c (ICP-OES)				0,17							0,06	
64b	0,00243	0,0064	0,0073	> 0,2	0,000029	0,000008	0,0002		0,00003	0,00123	0,0727	0,000018

Símbolo	Ce	Pr	Nd	Sm	Gd	Dy	Yb	W	Tl	Pb	U	P
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-OES
26b	0,000016	0,000003	0,000013	0,000003	0,000003	0,000002		0,00024	0,000113		0,00879	
35b	0,000025	0,000005	0,000022	0,000004	0,000003	0,000002	0,000002		0,000008			
45b	0,000004			0,000002	0,000002						0,00155	
47b (ICP-OES)												0,52
48c (ICP-OES)												0,73
64b	0,000013	0,000004	0,00002	0,000003	0,000005	0,000003			0,000184	0,00004	0,000283	

Símbolo	S
Unidade	mg/l
Método de Análise	ICP-OES
26b	
35b	
45b	
47b (ICP-OES)	18
48c (ICP-OES)	11
64b	

b) Massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré

As águas subterrâneas analisadas no mês de Julho de 2012, localizadas na massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré, foram recolhidas de dois furos em Casal de Areia (amostra de água 13b) e Maiorga (amostra de água 69), de três poços em Fervença (amostras de águas: 67 e 68) e Famalicão (amostra de água 74), e de três nascentes em Montes (amostra de água 19b), Ferraria (amostra de água 21c) e Famalicão (amostra de água 73).

Os resultados encontram-se no **quadro 4.XXX**.

Quadro 4.XXX – Resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Julho de 2012 da massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré

Amostra	Classificação da fácies hidroquímica	pH		Eh	Ambiente	Temperatura da água segundo Bogomolov e Silin-Betchurin	CE (µS/cm)		TDS (mg/l)		Dureza (mg/l)		Salinidade (‰)	
13b	sulfatada cálcica	4,28	ácido	oxidante	água de mina	morna	1269,00	entre 1000 e 2000	824,85	entre 200 e 1000	52,60	Água moderadamente dura	0,14	< 2
19b	cloretada sódico-cálcica	5,45	ácido	oxidante	chuva	morna	346,00	< 1000	115,43	< 200	5,00	Água branda	9,63	entre 6 e 10
21c	bicarbonatada cálcica	6,13	fracamente ácido	oxidante	chuva	moderadamente fria	332,20	< 1000	161,66	< 200	8,80	Água branda	4,97	entre 2 e 5
67	cloretada cálcica	4,92	ácido	oxidante	chuva	morna	1330,00	entre 1000 e 2000	929,67	entre 200 e 1000	37,60	Água branda	5,72	entre 6 e 10
68	sulfatada cálcica	4,66	ácido	oxidante	chuva	morna	1090,00	entre 1000 e 2000	671,70	entre 200 e 1000	30,20	Água branda	4,02	entre 2 e 5
69	sulfatada - cloretada cálcica	5,56	fracamente ácido	oxidante	chuva	morna	690,00	< 1000	324,82	entre 200 e 1000	20,00	Água branda	6,22	entre 6 e 10
73	bicarbonatada cálcica	6,47	fracamente ácido	oxidante	chuva	morna	572,00	< 1000	376,26	entre 200 e 1000	18,20	Água branda	5,12	entre 2 e 5

Amostra	Classificação da fácies hidroquímica	pH		Eh	Ambiente	Temperatura da água segundo Bogomolov e Silin-Betchurin	CE (µS/cm)		TDS (mg/l)		Dureza (mg/l)		Salinidade (‰)
74	bicarbonatada sódica	7,43	neutro	redutora	águas subterrâneas	morna	1015,00	entre 1000 e 2000	409,55	entre 200 e 1000	37,80	Água branda	3,16 entre 2 e 5

		Índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»														
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂	CaSO ₄ .2H ₂ O			NaCl		Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH	S		KCl
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite	gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	hidroxiapatite	enxofre	H ₂ S	silvite
13b	furo	-2,54					2,57	-2,17	-21,87	-1,66	-9,06	-41,60				-8,24
19b	nascente	-3,53	-3,31	-3,17	-0,82	-6,32		-3,18	-18,66	-1,61	-7,75	-47,40				-8,18
21c	nascente	-2,94	-2,26	-2,11	-1,30	-4,25		-2,56	-21,95	-1,68	-8,05	-41,72				-8,37
67	poço	-1,67	-4,15	-4,00	-1,33	-8,00	-0,42	-1,31	-19,95	-1,64	-6,72	-45,22				-6,36
68	poço	-1,84	-4,58	-4,43	-1,12	-8,89	-2,11	-1,47	-19,38	-1,67	-7,01	-46,64				-6,87
69	furo	-2,18	-3,17	-3,02	-1,35	-6,06		-1,81	-19,12	-1,66	-7,43	-47,10				-7,21
73	nascente	-2,51	-0,98	-0,83	-1,25	-1,64	0,54	-2,15	-22,35	-1,65	-7,41	-40,47	-9,19			-7,82
74	poco	-3,37	-0,74	-0,60	-1,48	-1,88		-3,00	-6,73	-1,66	-7,01	-71,84				-7,58

Amostra	δ ¹⁸ O (‰)	δ ² H (‰)
13b	-4,6	-26,7
19b	-4,7	-22,5
21c	-4,9	-22,9
67	-3,8	-18,0
68	-4,1	-21,3
69	-4	-24,7
73	-4,7	-22,1
74	-2,8	-16,7

Símbolo	Li	Be	Al	Sc	Ti	V	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	Ga
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
19b	0,007		0,016		0,0008		0,0031	0,000047	0,0004	0,001	0,0123	
69			0,003		0,0008	0,0002	0,195	0,000915	0,0007	0,0028	0,0121	0,00002
73		0,0003	0,002	0,002	0,0014	0,0006	0,0026		0,0008	0,0013	0,008	

Símbolo	Ge	As	Rb	Sr	Y	Mo	Cd	Sb	Cs	Ba	La	Ce
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
19b	0,00004	0,00015	0,0136	0,0412	0,000062				0,000099	0,035	0,00007	0,000088
69		0,0003	0,0387	0,2	0,000945		0,00003	0,00002	0,000289	0,151	0,000701	0,00122
73		0,00117	0,00282	> 0,2	0,000462	0,0003	0,00003	0,00005	0,000008	0,0508	0,000035	0,000005

Símbolo	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
19b	0,00002	0,000088	0,000016	0,000002	0,000015	0,000002	0,000009	0,000002	0,000006		0,000005	
69	0,000193	0,000897	0,000208	0,000055	0,00019	0,000025	0,000131	0,000026	0,000087	0,000013	0,000106	0,000021
73	0,00002	0,000124	0,000037	0,000009	0,000045	0,000005	0,000034	0,000009	0,00003	0,000004	0,000034	0,000006

Símbolo	Tl	Pb	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
19b	0,000017	0,00014	0,000005
69	0,000196	0,00014	0,000039
73			0,000423

c) Massa de água de Alpedriz

A água subterrânea analisada no mês de Julho de 2012, localizada na massa de água de Alpedriz, foi recolhida de um poço (amostra de água 16b) em Montes.

Os resultados encontram-se no **quadro 4.XXXI**.

Quadro 4.XXXI – Resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Julho de 2012 da massa de água de Alpedriz

Amostra	Classificação da fácies hidroquímica	pH		Eh	Ambiente	Temperatura da água segundo Bogomolov e Silin-Betchurin	CE (µS/cm)		TDS (mg/l)		Dureza (mg/l)		Salinidade (‰)	
16b	cloretada sódica	5,22	ácido	oxidante	ambiente de transição entre água superficial e água subterrânea	morna	404,80	< 1000	92,45	< 200	3,40	Água branda	11,53	entre 11 e 14

		Índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»														
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂	CaSO ₄ .2H ₂ O			NaCl		Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH	S		KCl
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite	gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	hidroxiapatite	enxofre	H ₂ S	silvite
16b	poco	-3.57	-4.38	-4.23	-1.01	-8.54		-3.20	-14.79	-1.67	-7.74	-55.82				-7.76

Amostra	δ ¹⁸ O (‰)	δ ² H (‰)
16b	-4,9	-26,7

Símbolo	Li	Be	Al	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
16b	0,044	0,0085	> 2	0,006	0,0033	0,0004	0,0012	0,289	0,02	0,043	0,0268	0,0017

Símbolo	Zn	Ga	Ge	As	Se	Rb	Sr	Y	Zr	Cd	Sb	Cs
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
16b	0,155	0,00029	0,0001	0,00042	0,0052	0,205	> 0,2	0,0208	0,00073	0,00048	0,00018	0,000821

Símbolo	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
16b	0,0422	0,0145	0,041	0,00491	0,0209	0,00523	0,00151	0,00485	0,000726	0,00382	0,000722	0,00205

Símbolo	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	Tl	Pb	Th	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
16b	0,000272	0,00184	0,000269	0,000048	0,000003	0,000987	0,00217	0,000125	0,00208

4.2.2.4 – Outubro/2012

No mês de Outubro de 2012 analisaram-se duas águas subterrâneas localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste. (**Quadro 4.XXIII**)

a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

As águas subterrâneas analisadas no mês de Outubro de 2012, localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste, foram recolhidas de duas nascentes (amostras de água: 37c e 76) em Bárrio.

Os resultados encontram-se no **quadro 4.XXXII**.

Quadro 4.XXXII – Resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Outubro de 2012 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

Amostra	Classificação da fácies hidroquímica	pH		Eh	Ambiente	Temperatura da água segundo Bogomolov e Silin-Betchurin	CE (µS/cm)		TDS (mg/l)		Dureza (mg/l)		Salinidade (‰)	
37c	cloretada sódica	7,15	neutro	oxidante	rio	morna	2645,00	entre 2000 e 3000	1805,26	entre 1000 e 3000	41,00	Água branda	14,01	entre 11 e 14
76	bicarbonatada magnésica	7,31	neutro	oxidante	rio	morna	1180,00	entre 1000 e 2000	690,51	entre 200 e 1000	32,00	Água branda	6,40	entre 6 e 10

Índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»														
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂	CaSO ₄ ·2H ₂ O			NaCl		Ca ₃ (PO ₄) ₃ OH	S
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite	gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	hidroxiapatite	enxofre
37c	nascente	-2,42	0,01	0,16	-1,62	0,31	1,22	-2,06	-23,31	-1,66	-5,02	-38,69		
76	nascente	-2,19	0,14	0,29	-1,69	0,56		-1,82	-23,40	-1,67	-6,60	-38,68		

Amostra	δ ¹⁸ O (‰)	δ ² H (‰)
76	-4,4	-22,0

Símbolo	Li	Sc	Ti	Mn	Cu	Zn	Ge	As	Rb	Sr	Y	Mo
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
76	0,014	0,002	0,0013	0,0006	0,0004	0,0098	0,00003	0,00033	0,00156	> 0,2	0,000022	0,0002

Símbolo	Sb	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Gd	Tl	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
76	0,00002	0,000072	0,0716	0,000011	0,000006	0,000002	0,000006	0,000002	0,000002	0,00001	0,00059

4.2.2.5 – Novembro/2012

No mês de Novembro de 2012 analisaram-se nove águas subterrâneas, sendo quatro localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste e cinco na massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré. (**Quadro 4.XXIII**)

a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

As águas subterrâneas analisadas no mês de Novembro de 2012, localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste, foram recolhidas de dois furos em Valado dos Frades (amostra de água 81) e Quinta de São Gião (amostra de água 85), de um poço (amostra de água 79) em Paul da Cela e de uma nascente (amostra de água 83) em Nasce Água.

Os resultados encontram-se no **quadro 4.XXXIII**.

Quadro 4.XXXIII – Resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Novembro de 2012 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

Amostra	Classificação da fácies hidroquímica	pH		Eh	Ambiente	Temperatura da água segundo Bogomolov e Silin-Betchurin	CE (µS/cm)		TDS (mg/l)		Dureza (mg/l)		Salinidade (‰)	
79	bicarbonata da cálcica	7,78	fracamente básico	oxidante	rio	moderadamente fria	1195,00	entre 1000 e 2000	841,52	entre 200 e 1000	37,40	Água branda	2,86	entre 2 e 5
81	cloretada sódica	7,93	fracamente básico	oxidante	rio	moderadamente fria	1165,00	entre 1000 e 2000	513,63	entre 200 e 1000	20,40	Água branda	8,95	entre 6 e 10
83	cloretada sódica	7,97	fracamente básico	oxidante	rio	moderadamente fria	185,70	< 1000	76,58	< 200	2,00	Água branda	14,09	entre 11 e 14
85	bicarbonata da cálcica	7,65	fracamente básico	oxidante	rio	moderadamente fria	1000,00	entre 1000 e 2000	785,04	entre 200 e 1000	48,80	Água branda	3,81	entre 2 e 5

Índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»														
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂	CaSO ₄ ·2H ₂ O			NaCl		Ca ₃ (PO ₄) ₃ OH	S
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite	gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	hidroxiapatite	enxofre
79	poço	-1,77	0,57	0,72	-2,23	1,39	-2,83	-1,38	-23,62	-1,71	-6,79	-38,77		
81	furo	-2,20	-0,14	0,01	-3,00	-0,07	-2,64	-1,78	-22,98	-1,79	-6,30	-41,06		
83	nascente	-4,15	-2,08	-1,93	-4,03	-3,96	-3,83	-3,73	-22,81	-1,77	-7,75	-41,14		
85	furo	-1,93	0,63	0,78	-2,09	1,50	-1,33	-1,52	-20,57	-1,76	-6,80	-45,47		

b) Massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré

As águas subterrâneas analisadas no mês de Novembro de 2012, localizadas na massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré, foram recolhidas de dois furos no Casal de Areia (amostra de água 78) e Nasce Água (amostra de água 82), de um poço (amostra de água 84) em Nasce Água e de duas nascentes no Casal de Areia (amostra de água 77) e Valado dos Frades (amostra de água 86).

Os resultados encontram-se no **quadro 4.XXXIV**.

Quadro 4.XXXIV – Resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Novembro de 2012 da massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré

Amostra	Classificação da fácies hidroquímica	pH		Eh	Ambiente	Temperatura da água segundo Bogomolov e Silin-Betchurin	CE (µS/cm)		TDS (mg/l)		Dureza (mg/l)		Salinidade (‰)	
77	cloretada magnésica	5,71	fracamente ácido	oxidante	chuva	moderadamente fria	174,50	< 1000	113,43	< 200	5,40	Água branda	8,41	entre 6 e 10
78	cloretada cálcico - magnésica	6,58	neutro	oxidante	transição entre água superficial e água subterrânea	moderadamente fria	328,00	< 1000	213,20	entre 200 e 1000	8,40	Água branda	11,14	entre 11 e 14
82	sulfatada sódico - cálcica	7,70	fracamente básico	oxidante	rio	moderadamente fria	319,00	< 1000	324,52	entre 200 e 1000	14,00	Água branda	5,86	entre 2 e 5
84	bicarbonatada cálcica	8,24	fracamente básico	oxidante	rio	moderadamente fria	747,00	< 1000	361,11	entre 200 e 1000	30,00	Água branda	6,49	entre 6 e 10
86	bicarbonatada cálcica	8,03	fracamente básico	oxidante	rio	moderadamente fria	771,00	< 1000	589,50	entre 200 e 1000	27,20	Água branda	3,99	entre 2 e 5

		Índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»													
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂	CaSO ₄ ·2H ₂ O			NaCl		Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH	S	
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite	gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	hidroxiapatite	enxofre	H ₂ S
77	nascente	-2,65	-3,12	-2,97	-1,44	-5,94	-1,55	-2,26	-21,03	-1,70	-8,60	-43,84			-8,38
78	furo	-2,55	-1,72	-1,57	-1,81	-3,19	-1,43	-2,14	-18,23	-1,78	-7,29	-50,40			-8,01
82	furo	-2,10	-0,82	-0,67	-3,06	-1,41	-1,67	-1,71	-20,92	-1,73	-7,08	-44,43			-8,02
84	poço	-2,39	0,81	0,96	-2,87	1,83	-1,34	-1,97	-21,25	-1,79	-6,79	-44,56			-7,19
86	nascente	-2,07	0,47	0,62	-2,84	1,22	0,14	-1,68	-21,13	-1,71	-7,19	-43,78			-6,79

4.2.3 – Recursos hídricos subterrâneos – 2013

Não houve colheita de águas subterrâneas em 2013.

Capítulo 5

Interpretação dos dados

Neste capítulo serão apresentados apenas a interpretação dos gráficos e o resultado dos cálculos efectuados, mencionados no «capítulo 3 – Metodologias», com a mesma estrutura apresentada no «capítulo 4 – Apresentação dos dados».

Utilizou-se uma simplificação para a descrição do tipo de gráfico em uso. (**Quadro 5.I**)

Quadro 5.I – Abreviatura para os gráficos

Descrição do gráfico	Nomenclatura simplificada
Gráfico condutividade eléctrica ($\mu\text{S/cm}$) em função do ião cloreto (Cl^-) (mg/l)	Gráfico CE-Cl
Gráfico condutividade eléctrica ($\mu\text{S/cm}$) em função do ião sulfato (SO_4^{2-}) (mg/l)	Gráfico CE-SO4
Gráfico condutividade eléctrica ($\mu\text{S/cm}$) em função do ião hidrogenocarbonato (HCO_3^-) (mg/l)	Gráfico CE-HCO3
Gráfico condutividade eléctrica ($\mu\text{S/cm}$) em função do ião nitrato (NO_3^-) (mg/l)	Gráfico CE-NO3
Gráfico condutividade eléctrica ($\mu\text{S/cm}$) em função do ião sódio (Na^+) (mg/l)	Gráfico CE-Na
Gráfico condutividade eléctrica ($\mu\text{S/cm}$) em função do ião potássio (K^+) (mg/l)	Gráfico CE-K
Gráfico condutividade eléctrica ($\mu\text{S/cm}$) em função do ião cálcio (Ca^{2+}) (mg/l)	Gráfico CE-Ca
Gráfico condutividade eléctrica ($\mu\text{S/cm}$) em função do ião brometo (Br^-) (mg/l)	Gráfico CE-Br
Gráfico condutividade eléctrica ($\mu\text{S/cm}$) em função do ião magnésio (Mg^{2+}) (mg/l)	Gráfico CE-Mg
Gráfico condutividade eléctrica ($\mu\text{S/cm}$) em função do ião fluoreto (F^-) (mg/l)	Gráfico CE-F
Gráfico condutividade eléctrica ($\mu\text{S/cm}$) em função do ião nitrito (NO_2^-) (mg/l)	Gráfico CE-NO2
Gráfico condutividade eléctrica ($\mu\text{S/cm}$) em função do ião fosfato (PO_4^{3-}) (mg/l)	Gráfico CE-PO4
Gráfico ião sódio (Na^+) (mg/l) em função do ião cloreto (Cl^-) (mg/l)	Gráfico Na-Cl
Gráfico ião sódio (Na^+) (mg/l) em função do ião cálcio (Ca^{2+}) (mg/l)	Gráfico Na-Ca
Gráfico ião potássio (K^+) (mg/l) em função do ião cloreto (Cl^-) (mg/l)	Gráfico K-Cl
Gráfico ião nitrato (NO_3^-) (mg/l) em função do ião cloreto (Cl^-) (mg/l)	Gráfico NO3-Cl
Gráfico ião brometo (Br^-) (mg/l) em função do ião cloreto (Cl^-) (mg/l)	Gráfico Br-Cl
Gráfico ião brometo (Br^-) (mg/l) em função do ião sulfato (SO_4^{2-}) (mg/l)	Gráfico Br-SO4
Gráfico ião sulfato (SO_4^{2-}) (mg/l) em função do ião nitrato (NO_3^-) (mg/l)	Gráfico SO4-NO3

Também se abreviou:

- solução subsaturada para Sol. Subs.
- solução em equilíbrio para Sol. Equil.
- solução sobressaturada para Sol. Sobres.

A simbologia utilizada na classificação SAR para a determinação da qualidade da água para rega, de uma forma muito geral, é:

	Baixa	Média	Alta	Muito alta
Salinidade	C1	C2	C3	C4
Sódio	S1	S2	S3	S4

Os valores padrão utilizados para os elementos vestigiais analisados foram obtidos de Reimann e Caritat (1998) e da legislação existente, dando primazia à de Portugal. (**Quadro 5.II**)

Quadro 5.II – Valores padrão para os elementos vestigiais analisados

Símbolo	Li	Be	Al	Sc	Ti	V	Cr
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Água do mar	0,18	0,0000056	0,0002	0,0000006	0,0000065 a 0,001	0,0025	0,0003
Água do rio	0,001 a 0,0112	0,0001	0,3 a 0,1	0,000004 a 0,0038	0,0012 a 0,0926	0,0009	0,0007
Água da chuva	< 0,0001	< 0,0001 a 0,0003	0,003 a 0,1	sem informação	sem informação	0,00013 a 0,00351 (poluída)	< 0,0002 a 0,00047 (poluída)
Limite para consumo humano	0,03 (Rússia)	0,012 (WHO)	0,2 (Portugal)	sem informação	sem informação	0,1 (Rússia)	0,05 (Portugal)

Símbolo	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Água do mar	0,0002	0,002	0,00002	0,00056	0,00025	0,0049	0,00003
Água do rio	0,004 a 0,029	0,04	0,0002	0,0003	0,003	0,015	0,0001
Água da chuva	0,0021 a 0,002 (poluída)	< 0,01 a 0,04 (poluída)	0,00001	0,00009	0,00051	0,0057 a 0,056 (poluída)	0,00003
Limite para consumo humano	0,05 (Portugal)	0,2 (Portugal)	2 (Portugal)	0,02 (Portugal)	2 (Portugal)	0,5 (Portugal)	sem informação

Símbolo	Ge	As	Se	Rb	Sr	Y	Zr
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Água do mar	0,00005	0,0037	0,0002	0,12	7,9	0,000013 a 0,000017	0,00003
Água do rio	0,00005 a 0,00008	0,004	< 0,0002	0,0011	0,0117 a 0,385	0,00004 a 0,003	0,001 a 0,000089
Água da chuva	sem informação	0,00008	< 0,0005	0,00017	0,0002	< 0,00001	sem informação
Limite para consumo humano	sem informação	0,01 (Portugal)	0,001 (Portugal)	sem informação	7 (Rússia)	sem informação	sem informação

Símbolo	Nb	Mo	Cd	In	Sb	I	Cs
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Água do mar	0,00001	0,01	0,00011	0,0000001	0,00024	0,006	0,0003
Água do rio	< 0,001	0,0005	0,00002 a 0,00004	< 0,00001	< 0,0001	0,007	0,00003
Água da chuva	sem informação	< 0,00003	0,00006 a 0,00005	sem informação	< 0,000025	sem informação	sem informação
Limite para consumo humano	0,01 (Rússia)	0,07 (WHO)	0,005 (Portugal)	sem informação	0,005 (Portugal)	17 (WHO)	sem informação

Símbolo	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Água do mar	0,013	0,0000034	0,0000012	6,4E-07	0,0000028	4,5E-07	1,3E-07
Água do rio	0,02 a 0,06	0,00003 a 0,00009	0,00006 a 0,0091	0,000033	0,000146	0,00001	0,000006
Água da chuva	0,00047	0,00003	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação
Limite para consumo humano	0,1 (Portugal)	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação

Símbolo	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Água do mar	0,0000007	1,4E-07	9,1E-07	2,2E-07	8,7E-07	1,7E-07	8,2E-07
Água do rio	0,000033	< 0,000005	0,000028	0,000005	0,000016	< 0,000005	0,000004 a 0,00006
Água da chuva	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação
Limite para consumo humano	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação

Símbolo	Lu	Hf	Ta	W	Re	Hg	Tl
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Água do mar	1,5E-07	0,000007	0,000002	0,0001	0,000004	0,00003	0,000019
Água do rio	0,0000006 a 0,00001	< 0,000008	< 0,000005	0,00003	< 0,00001	0,00005	0,00004
Água da chuva	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	< 0,00002
Limite para consumo humano	sem informação	sem informação	0,05 (US EPA)	0,05 (Rússia)	sem informação	0,001 (Portugal)	0,05 (US EPA)

Símbolo	Pb	Th	U	P	S
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Água do mar	0,00003	0,000001	0,0032	0,06	905
Água do rio	0,003	< 0,0001	0,00004	0,02	4
Água da chuva	0,00056	< 0,00002	< 0,00001	< 0,05	0,29
Limite para consumo humano	0,01 (Portugal)	9 (França)	0,03 (WHO)	0,4 (Portugal)	83 (Portugal)

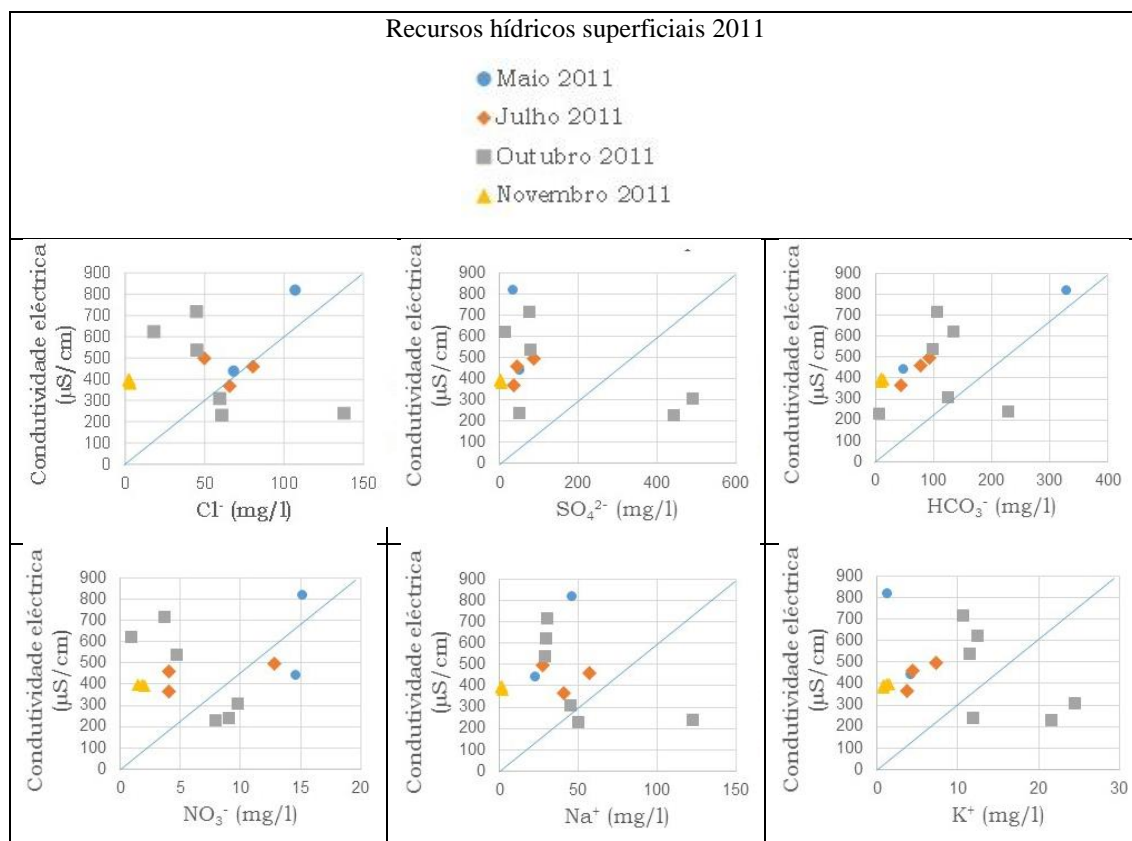
A qualidade da água será apresentada na forma de um quadro (**Quadro 5.III**), no qual se assinala com uma cruz os parâmetros analisados que excedam os valores máximos permitidos para uma água de consumo humano.

Quadro 5.III – Parâmetros químicos utilizados neste estudo e seus valores máximos permitidos para uma água com qualidade para a saúde humana. (CE significa condutividade eléctrica, DT significa dureza total)

Valor limite para consumo humano em mg/l (excepto para CE, DT e pH)															
F ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Sb	As	Br ⁻	Cd	Cr	Cu	Pb	Hg	Ni	Se	Al	Ca ²⁺	Cl ⁻
1,5	50	0,5	0,005	0,01	0,006	0,005	0,05	2	0,01	0,001	0,02	0,001	0,2	< 100	250
CE		DT			pH		Fe	Mg ²⁺	Mn	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	PO ₄ ³⁻	K ⁺	Be	Ba
2500 µS/cm		entre 150 e 500			entre 6,5 e 9		0,2	< 50	0,05	250	200	30	12	0,012	0,1
Bi	Co	S	Sn	Sr	P	I	Li	Mo	Nb	Ag	Tl	Te	Th	U	W
0,1	0,1	83	150	7	0,4	17	0,03	0,07	0,01	0,01	0,05	0,01	9	0,03	0,05
V	Zn														
0,1	0,5														

Os gráficos de onde se obtiveram as interpretações descritas neste capítulo são apresentados a seguir com base no quadro de valores, ordenados segundo a seguinte metodologia: (Figs. 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 e 5.6) (massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste ⁽¹⁾, massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré ⁽²⁾, massa de água de Alpedriz ⁽³⁾, massa de água do Maciço Calcário Estremenho ⁽⁴⁾).

Ano	Mês	Tipo de captação	Amostra	Localização geográfica	CE (μS/cm)	Cl ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	HCO ₃ ⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	Br ⁻ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	F ⁻ (mg/l)	NO ₂ ⁻ (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)
2011	Maio	rio	25	Fervença ⁽¹⁾	819	106,97	36,90	330,64	15,20	46,20	1,32	60,12		29,26	0,16		
		vala	36	Valado dos Frades ⁽¹⁾	438,8	68,26	53,30	48,93	14,62	23,30	4,30	32,06		16,04	0,35		
	Julho	vala	40	Casal de Areia ⁽²⁾	460	80,46	45,58	76,82	4,07	57,00	4,47	27,25		14,58	0,09		
		rio	39	Valado dos Frades ⁽¹⁾	368	65,72	34,62	42,83	4,01	40,90	3,69	22,44		12,15	0,25		0,265
		rio	38	Valado dos Frades ⁽¹⁾	498	49,82	86,42	91,64	12,78	27,20	7,32	45,69		23,72	2,77		
	Outubro	vala	40b	Casal de Areia ⁽²⁾	718	44,87	76,91	104,90	3,69	30,20	10,66	45,69	0,13	23,96	3,09		
		vala	49	Casal de Areia ⁽²⁾	230,8	60,82	442,66	5,00	7,88	49,70	21,65	76,15	0,46	36,01	16,26		
		vala	50	Casal de Areia ⁽²⁾	537	45,10	77,43	98,10	4,73	29,00	11,41	44,89	0,43	23,47	2,72	1,57	
		vala	51	Casal de Areia ⁽²⁾	624	17,95	12,78	133,50	0,93	29,40	12,51	41,68	0,15	21,72	0,55	6,82	1,149
		vala	52	Casal de Areia ⁽²⁾	309,3	59,56	490,61	124,00	9,79	45,00	24,48	48,90	0,15	17,64	21,88		
	Novembro	chuva	54	Alfeizerão ⁽¹⁾	380,5	3,18	4,66	8,99		2,22	0,75	3,21		1,65			1,198
		chuva	55	Cela ⁽¹⁾	395,5	2,42	2,14	8,98	1,44	1,26	1,25	2,40		1,22			
		chuva	56	Montes ⁽¹⁾	392,9	2,47	1,95	12,97	1,98	1,01	0,80	4,01		2,09			
		chuva	57	Maiorga ⁽¹⁾	398,5	2,24	2,23	8,99	1,84	1,29	1,51	2,40		1,26			



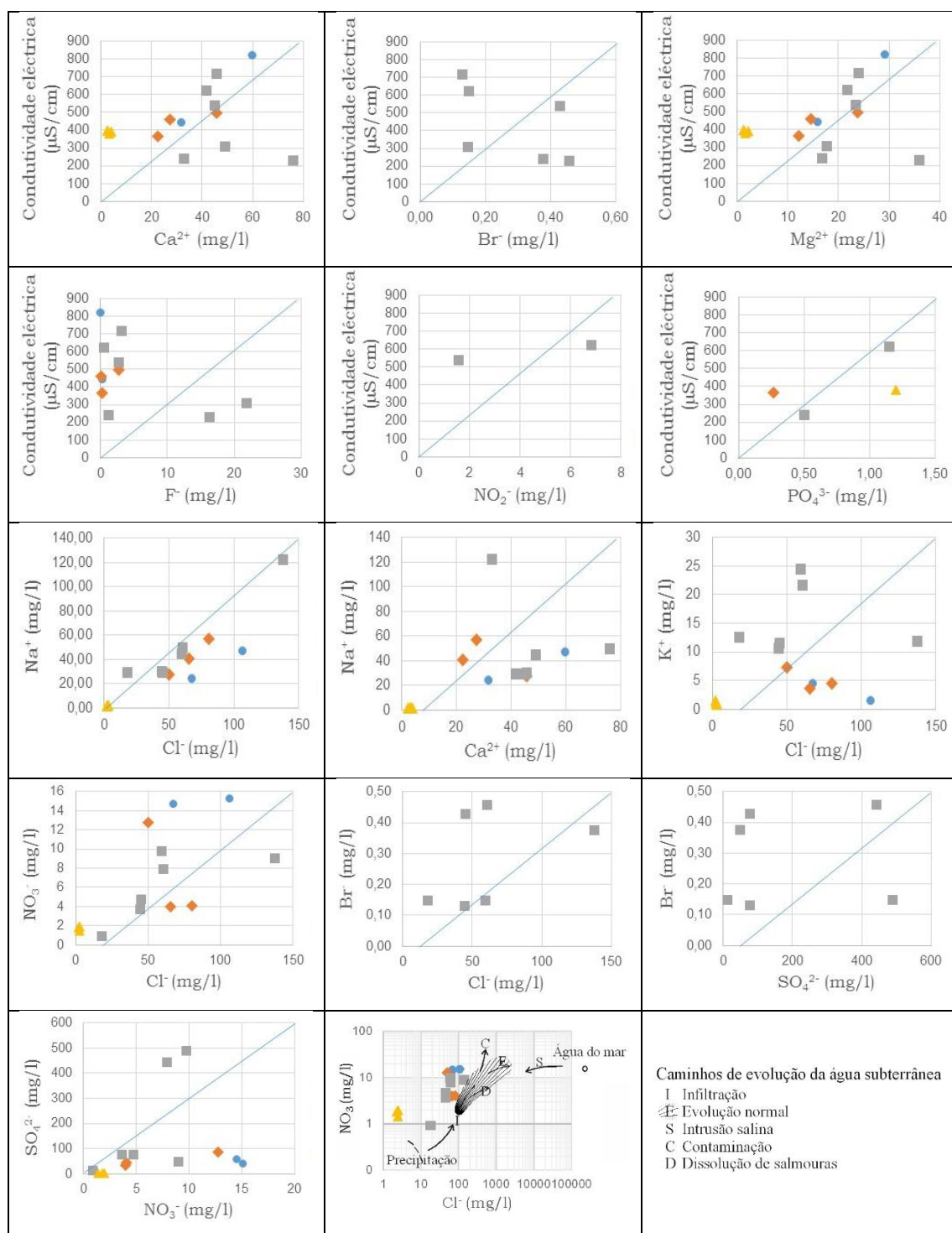


Figura 5.1 – Recursos hídricos superficiais de 2011: dados e gráficos

Ano	Mês	Tipo de captação	Amostra	Localização geográfica	CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Cl^- (mg/l)	SO_4^{2-} (mg/l)	HCO_3^- (mg/l)	NO_3^- (mg/l)	Na^+ (mg/l)	K^+ (mg/l)	Ca^{2+} (mg/l)	Br^- (mg/l)	Mg^{2+} (mg/l)	F^- (mg/l)	NO_2^- (mg/l)	PO_4^{3-} (mg/l)
2012	Fevereiro	canal	62	Paúl da Cela ⁽¹⁾	1230	157,43	37,57	279,81	17,42	89,70	4,70	104,21		56,08			
		vala	63	Paúl da Cela ⁽¹⁾	1411	192,43	27,73	224,90		101,90	8,66	87,37		45,44			1,994
	Março	vala	36b	Valado dos Frades ⁽¹⁾	681	56,97	41,13	38,92	9,75	30,70	4,59	25,65		13,37			
		rio	38b	Valado dos Frades ⁽¹⁾	794	47,44	60,11	110,94	10,84	28,20	6,74	45,69		23,77	1,43		
	Julho	rio	25b	Fervença ⁽¹⁾	980	134,20	12,70	260,18	23,04	73,70	2,54	23,25		8,70	0,61	2,75	
		lagoa	66	Casal de Areia ⁽²⁾	565	59,44		26,97	5,39	34,70	4,36	14,43		6,85	0,80	2,61	
		vala	71	Fervença ⁽¹⁾	943	108,71	13,74	274,82	31,59	53,30	2,78	70,54		36,45	0,62		
	Novembro	lagoa	80	Paúl da Cela ⁽¹⁾	1886	528,45	252,78	343,83	42,61	248,50	12,44	170,74		88,21	1,47		

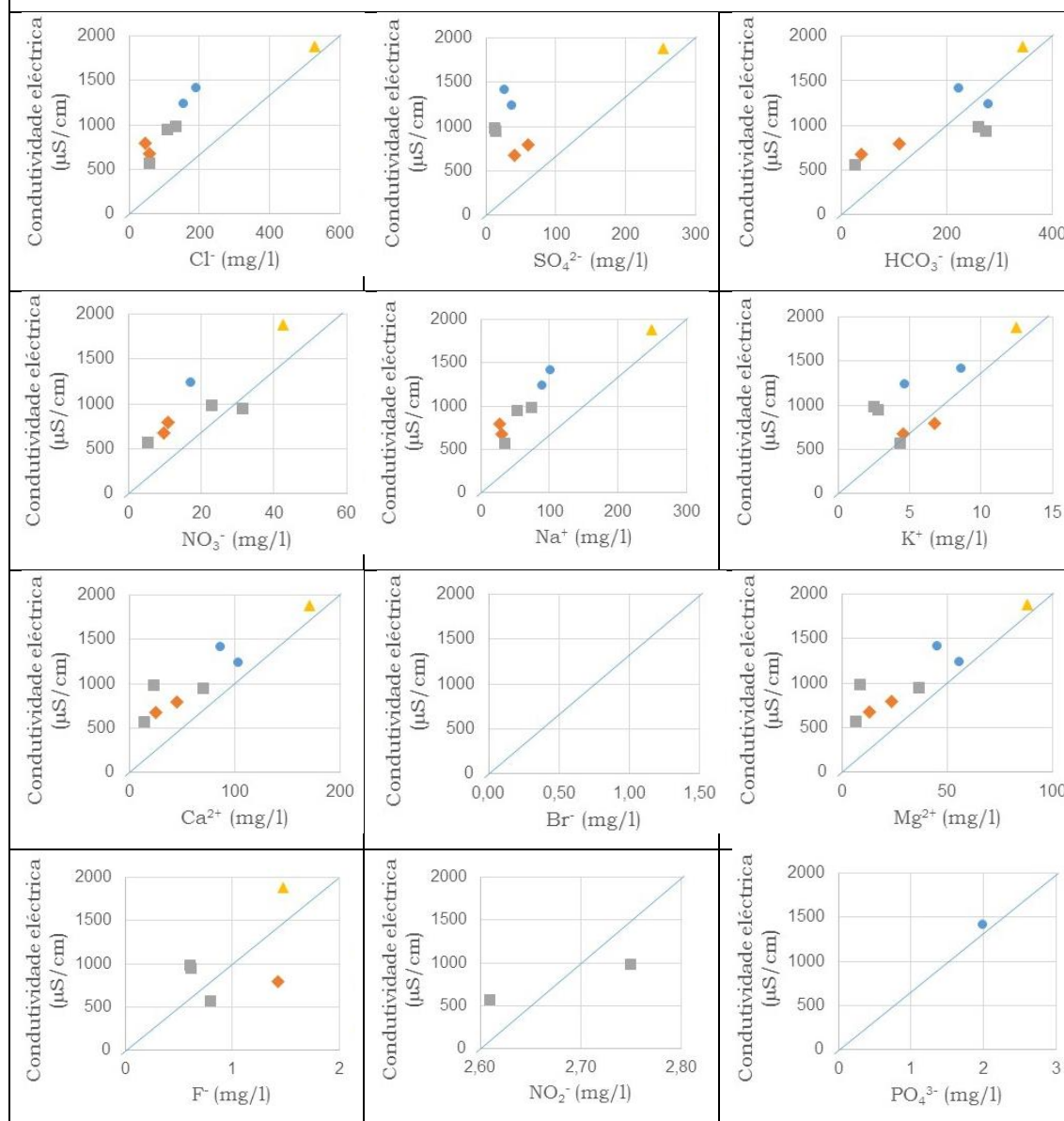
Recursos hídricos superficiais 2012

● Fevereiro 2012

◆ Março 2012

■ Julho 2012

▲ Novembro 2012



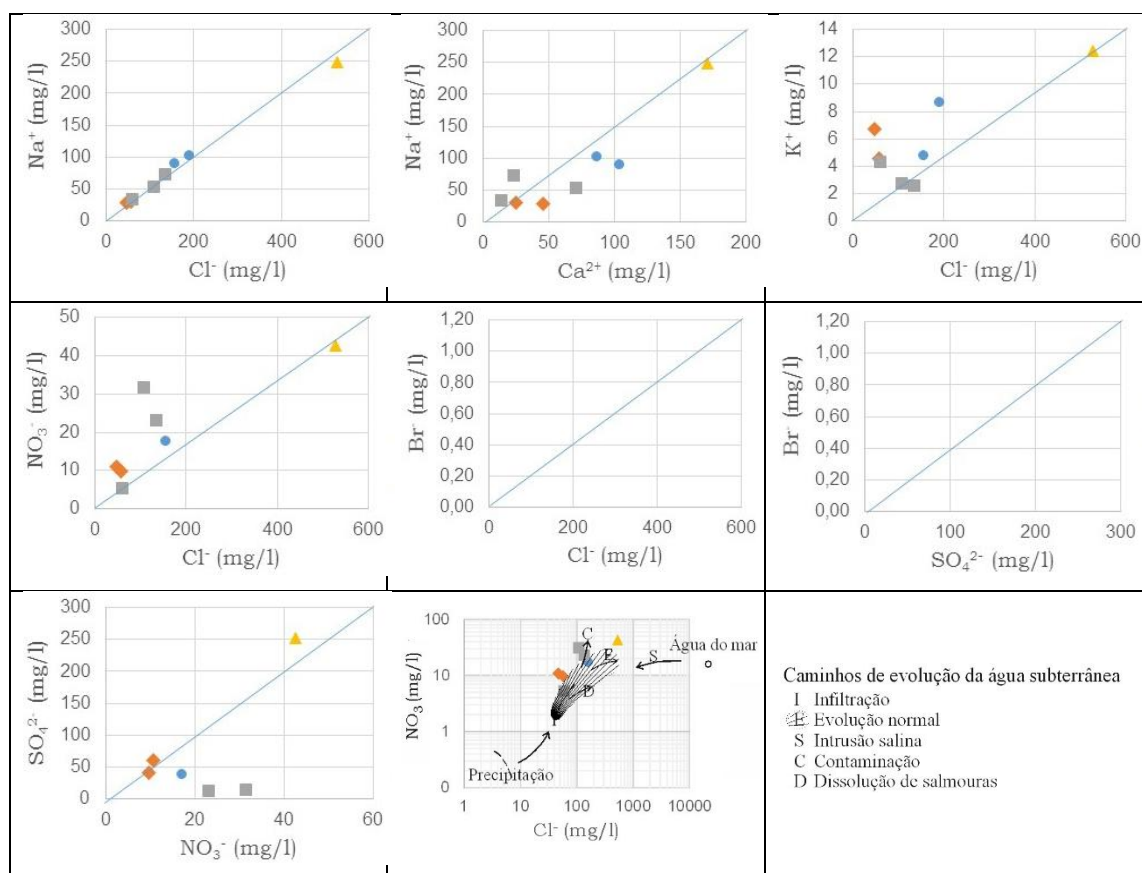
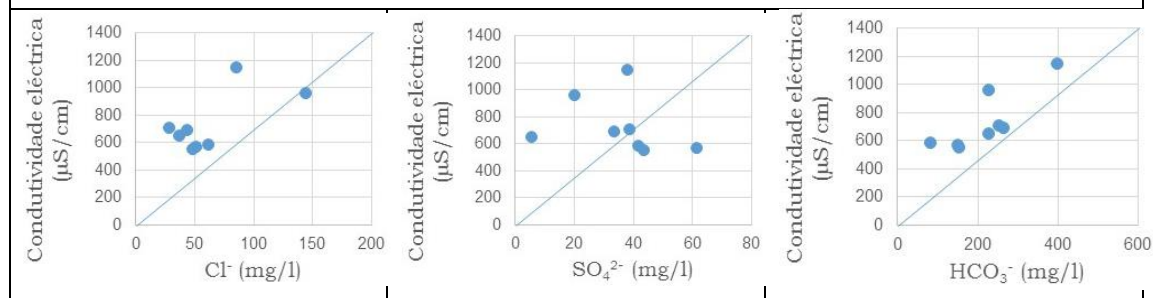


Figura 5.2 – Recursos hídricos superficiais de 2012: dados e gráficos

Mês	Tipo de captação	Amostra	Localização geográfica	CE (μS/cm)	Cl⁻ (mg/l)	SO₄²⁻ (mg/l)	HCO₃⁻ (mg/l)	NO₃⁻ (mg/l)	Na⁺ (mg/l)	K⁺ (mg/l)	Ca²⁺ (mg/l)	Br⁻ (mg/l)	Mg²⁺ (mg/l)	F⁻ (mg/l)	NO₂⁻ (mg/l)	PO₄³⁻ (mg/l)
Fevereiro	rio	87	Casal de Areia ⁽¹⁾	653,5	36,53	5,54	226,50	33,86	24,50	5,26	82,56		43,64	14,48		
	rio	88	Casal de Areia ⁽¹⁾	553,5	47,63	43,63	152,64	6,88	27,30	4,96	62,52		32,81	2,94		
	rio	89	Maiorga ⁽¹⁾	1148	84,93	37,88	399,23	39,35	49,60	18,35	107,41		54,87	16,50	7,01	
	rio	90	Fervença ⁽¹⁾	690,3	42,94	33,30	263,56	26,55	23,85	2,66	140,28		79,22	16,47		
	rio	38c	Valado dos Frades ⁽¹⁾	589,3	61,84	41,67	80,84	29,06	32,50	20,22	34,47		17,40	12,66		
	rio	39b	Valado dos Frades ⁽¹⁾	567,5	51,12	61,29	149,86	8,30	26,40	5,76	60,12		30,76	0,03		
	rio	91	Valado dos Frades ⁽¹⁾	960	144,06	19,88	227,67	25,91	59,90	12,05	83,37		43,55	9,68		
	rio	92	Valado dos Frades ⁽¹⁾	709,8	27,99	38,60	253,57	26,48	23,00	2,93	99,40		54,92	14,03		

Recursos hídricos superficiais 2013

● Fevereiro 2013



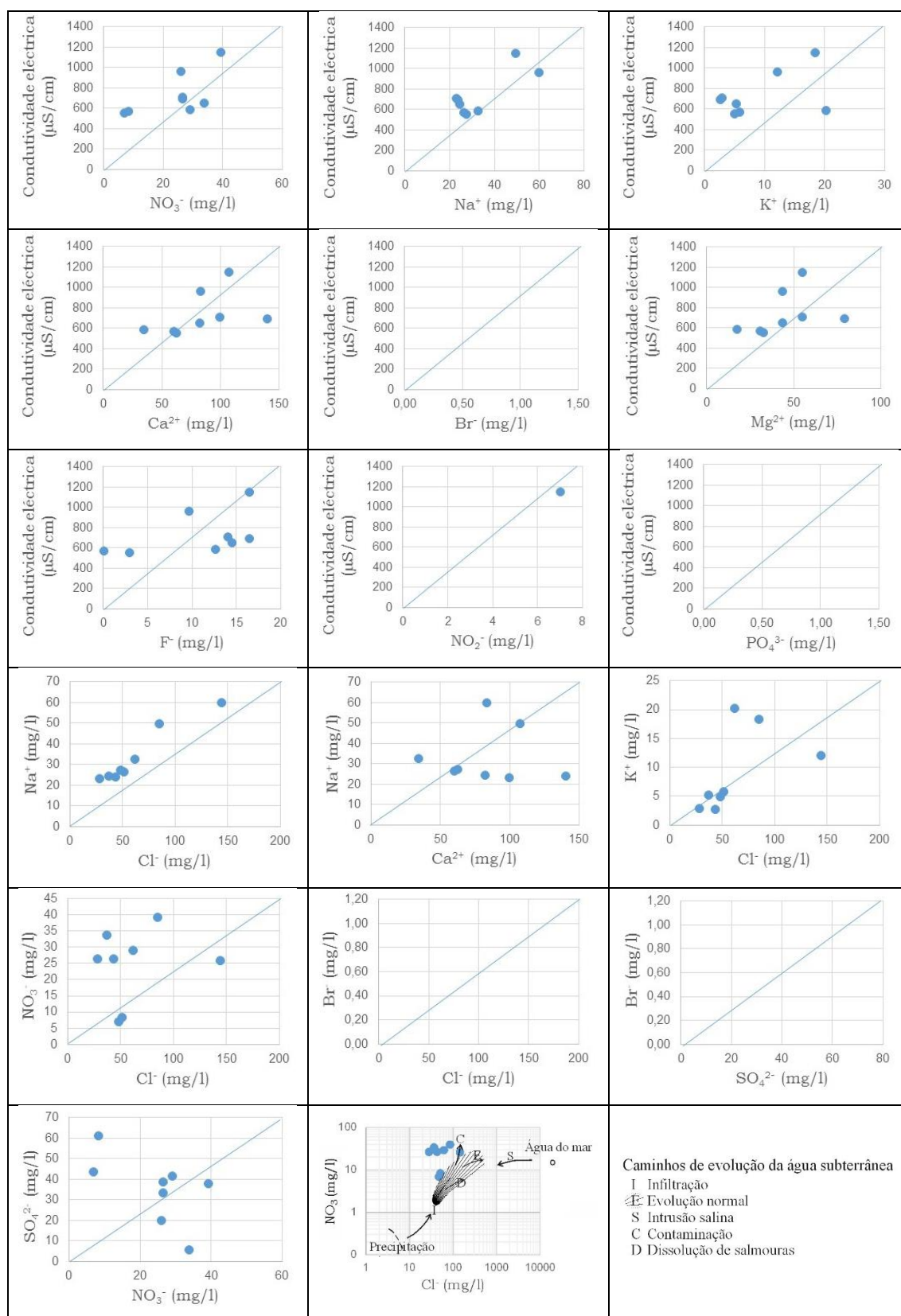
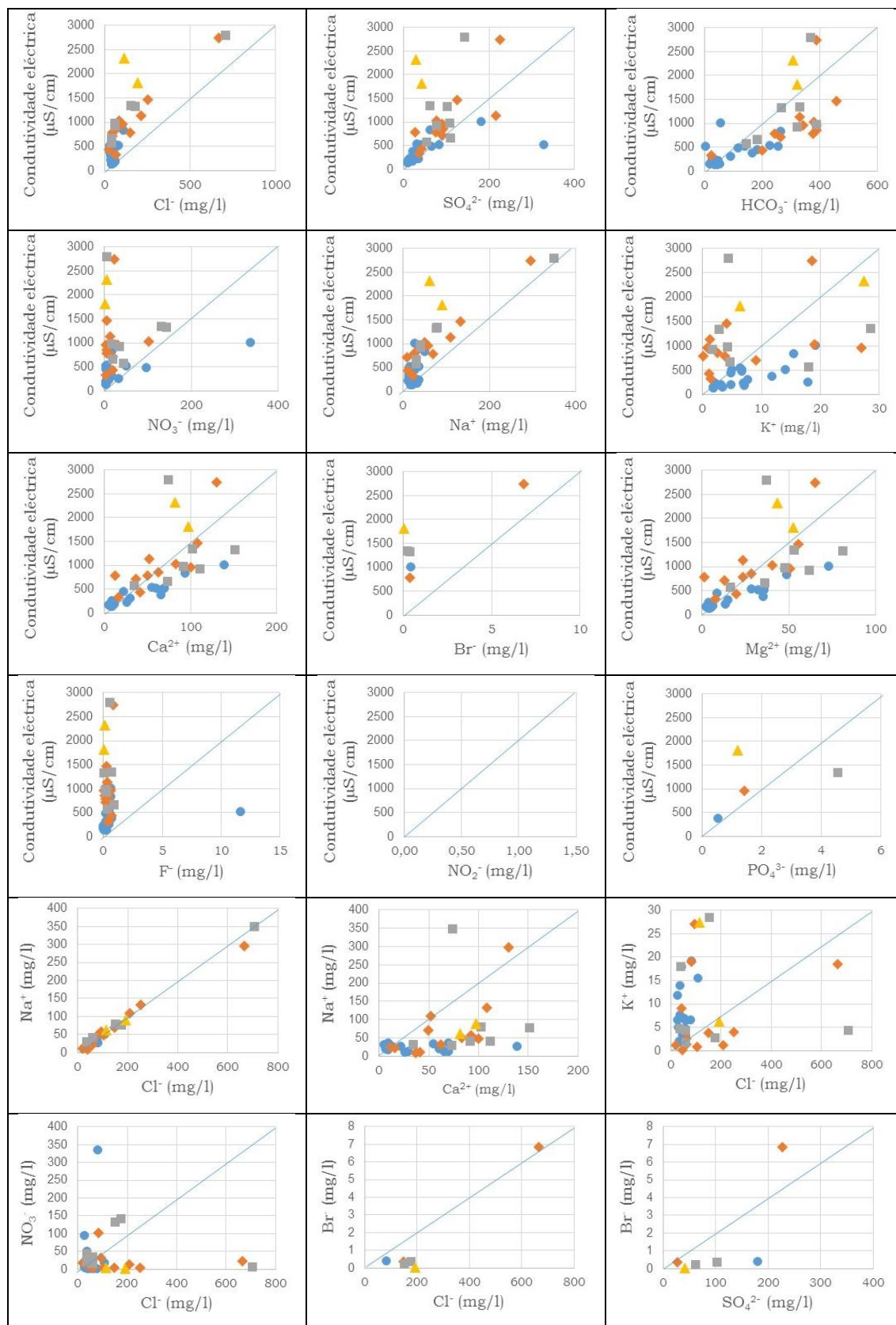


Figura 5.3 – Recursos hídricos superficiais de 2013: dados e gráficos

Ano	Mês	Tipo de captação	Amostra	Localização geográfica	CE (µS/cm)	Cl ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	HCO ₃ ⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	Br ⁻ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	F ⁻ (mg/l)	NO ₂ ⁻ (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)
2011	Março	furo	1	Nasce Água ⁽¹⁾	128,4	36,95	9,11	32,97	2,82	16,95	1,80	8,02		4,28	0,14		
		nascente	2	Nasce Água ⁽¹⁾	151	44,69	11,20	51,98	2,19	20,10	1,77	8,02		4,18	0,13		
		furo	3	Nasce Água ⁽¹⁾	143,6	40,00	9,59	15,99	2,75	19,10	1,82	6,41		3,21	0,07		
		furo	4	Nasce Água ⁽¹⁾	197	58,85	10,48	27,99	2,97	31,70	3,10	7,21		3,74	0,09		
		furo	5	Nasce Água ⁽¹⁾	195	58,66	10,66	38,97	2,73	29,70	4,75	11,22		6,17	0,04		
		furo	6	Nasce Água ⁽¹⁾	152	46,57	9,49	28,99	2,80	21,85	3,40	9,62		5,25	0,12		
		furo	7	Nasce Água ⁽¹⁾	142	39,46	9,33	41,99	2,49	20,35	1,83	7,21		3,74	0,26		
		poço	8	Valado dos Frades ⁽²⁾	1007	81,08	180,40	54,97	336,12	26,70	19,16	138,68	0,41	73,05	0,58		
		poço	9	Valado dos Frades ⁽²⁾	480	25,55	64,40	114,81	95,80	12,88	6,56	65,73		34,80	0,17		
		poço	10	Maiorga ⁽¹⁾	841	107,98	61,86	264,11	17,17	49,60	15,44	93,79		48,55	0,60		
		furo	11	Maiorga ⁽²⁾	170	51,70	9,36	24,99	2,86	32,25	3,15	4,81		2,43	0,23		
		poço	12	Maiorga ⁽²⁾	512	78,13	82,55	137,39	2,45	35,85	6,66	69,74		35,53	0,45		
		furo	13	Casal de Areia ⁽²⁾	513	34,97	327,96	1,00	50,08	20,30	13,98	60,12		32,17	11,60		
		nascente	14	Casal de Areia ⁽¹⁾	450	54,17	32,19	182,38	2,90	26,45	4,74	21,64		8,70	0,58		
		poço	15	Casal de Areia ⁽¹⁾	543	59,54	30,14	226,54	4,95	32,85	6,40	54,51		28,48	0,46		
		poço	16	Montes ⁽³⁾	177,6	39,12	20,00	28,99	3,01	18,62	7,04	8,82		4,47	0,00		
		nascente	17	Montes ⁽³⁾	255,9	42,58	22,66	24,99	32,09	29,10	17,92	8,02		3,60	0,45		
		poço	18	Montes ⁽³⁾	374	27,35	20,09	163,65	6,44	12,50	11,78	65,73		35,38	0,71		0,52
		nascente	19	Montes ⁽²⁾	237	52,67	15,20	33,97	4,15	35,30	6,88	8,82		4,47	0,01		
		furo	20	Montes ⁽²⁾	305,7	34,19	31,65	88,89	17,15	13,68	7,56	29,66		14,82	0,15		
		nascente	21	Ferraria ⁽²⁾	229	32,28	34,36	44,93	8,08	11,55	2,02	25,65		13,56	0,00		
		poço	22	Ferraria ⁽³⁾	517	28,93	39,07	253,78	3,17	14,08	4,98	69,74		35,43	0,35		
	Maio	poço	23	Fervença ⁽¹⁾	957	103,04	90,81	388,28	3,27	47,30	0,78	100,20		50,54	0,03		
		poço	24	Fervença ⁽¹⁾	1464	252,05	124,30	456,71	4,61	133,40	4,00	108,22		55,40	0,25		
		furo	26	Alcobaca ⁽¹⁾	782	148,21	27,00	242,52	4,46	69,90	3,78	49,70	0,34	23,57	0,47		
		nascente	27	Alcobaca ⁽¹⁾	1034	81,94	77,03	379,35	101,60	49,60	19,04	83,37		40,58	0,19		
		poço	28	Vestiária ⁽¹⁾	706	41,22	91,02	261,85	17,65	9,20	9,08	36,87		12,64	0,15		
		poço	29	Vestiária ⁽¹⁾	427	20,95	42,53	200,66	18,57	11,58	1,12	40,88		19,44	0,68		
		furo	30	Vestiária ⁽¹⁾	852	61,49	92,84	389,30	4,67	31,50	2,50	62,52		28,19	0,10		
		furo	31	Vestiária ⁽¹⁾	784	44,77	75,24	375,65	8,22	23,90	0,08	12,02		1,46	0,16		
		poço	32	Fervença ⁽¹⁾	1138	209,46	216,10	330,71	12,64	109,60	1,22	52,10		23,33	0,33		
		poço	33	Nazaré ⁽¹⁾	962	93,34	79,48	341,84	31,07	57,40	27,00	92,18		47,63	0,58		1,418
		poço	34	Nazaré ⁽¹⁾	2740	664,58	226,84	389,41	22,69	296,50	18,52	130,66	6,83	65,12	0,84		
		nascente	35	Valado dos Frades ⁽¹⁾	319,8	60,76	35,83	22,99	3,02	22,20	1,36	16,03		7,78	0,39		
	Julho	nascente	37	Bárrio ⁽¹⁾	2803	706,56	142,72	368,61	5,31	349,00	4,34	73,75		37,03	0,53		
		poço	41	Bárrio ⁽¹⁾	661	35,55	109,67	183,14	19,44	29,80	4,70	72,95		35,96	0,93		
		poço	42	Bárrio ⁽¹⁾	973	59,62	106,98	389,29	16,50	40,60	4,24	91,38		47,63	0,22		
		poço	43	Bárrio ⁽¹⁾	919	58,70	76,34	322,49	33,29	40,30	1,72	111,42		61,72	0,23		
		poço	44	Quinta São João ⁽¹⁾	1350	151,34	61,83	328,85	131,89	78,80	28,54	102,60	0,22	52,97	0,71		4,55
		furo	45	Quinta São João ⁽¹⁾	1330	175,28	102,22	265,33	142,65	76,50	2,82	151,50	0,35	81,16	0,01		
		poço	46	Famalicão ⁽²⁾	566	37,90	52,88	143,19	43,59	30,60	18,04	34,47		16,14	0,35		
	Setembro	poço	47	Nazaré ⁽¹⁾	1815	192,86	41,85	321,77	2,02	89,40	6,32	97,80	0,04	52,59	0,01		1,178
		poço	48	Quinta São João ⁽¹⁾	2330	113,52	28,35	308,07	4,36	61,20	27,36	81,76		43,35	0,13		

Recursos hídricos subterrâneos 2011

- Março 2011
- ◆ Maio 2011
- Julho 2011
- ▲ Setembro 2011



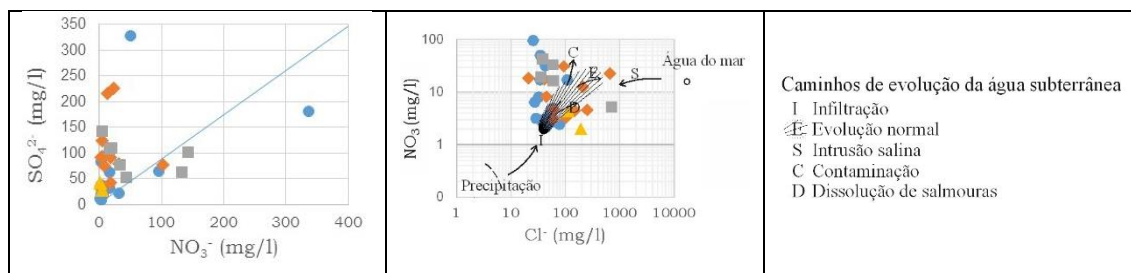


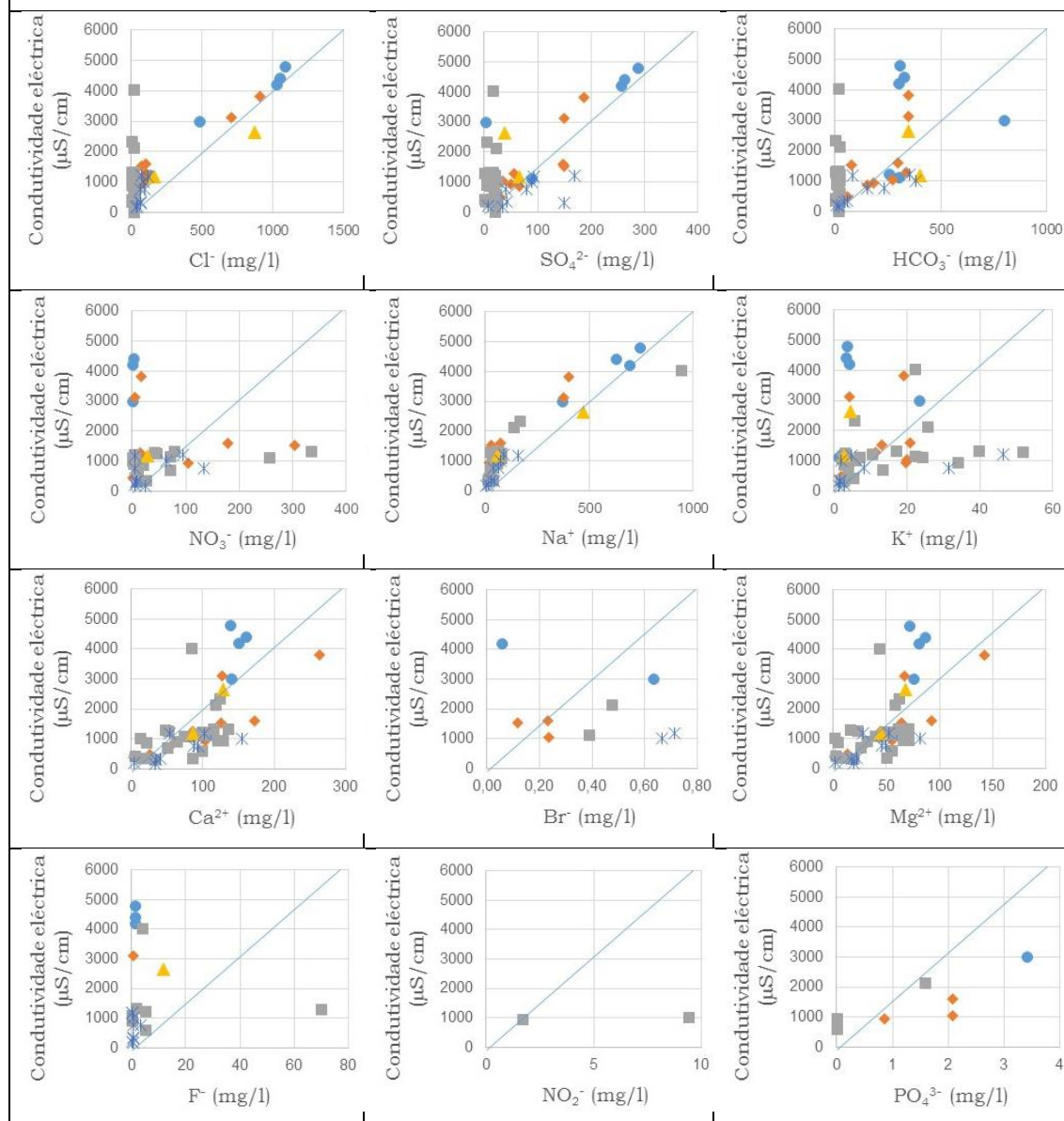
Figura 5.4 – Recursos hídricos subterrâneos de 2011: dados e gráficos

Ano	Mês	Tipo de captação	Amostra	Localização geográfica	CE (μS/cm)	Cl ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	HCO ₃ ⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	Br ⁻ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	F ⁻ (mg/l)	NO ₂ ⁻ (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)
2012	Fevereiro	furo	58	Fervença ⁽¹⁾	2984	483,38	3,26	799,78	1,95	372,50	23,53	141,08	0,63	76,11			3,418
		nascente	59	Fervença ⁽¹⁾	4413	1047,52	263,12	327,06	2,84	632,00	3,21	160,32		86,61	1,37		
		furo	60	Fervença ⁽¹⁾	4795	1087,50	288,80	305,05		746,00	3,56	138,68		72,41	1,45		
		furo	61	Bárrio ⁽¹⁾	1100	57,49	88,50	301,54	22,65	37,00	1,31	115,43		61,72			
		nascente	64	Fervença ⁽¹⁾	4196	1026,66	257,70	299,22	1,18	692,50	4,34	150,70	0,06	81,02	1,19		
		nascente	65	Alcobaça ⁽⁴⁾	1198	130,67	13,30	259,15	12,26	62,20	2,12	96,19		52,68			
	Março	furo	1b	Nasce Água ⁽¹⁾	434	34,12	5,60	13,99	1,66	17,10	1,81	3,21		1,26			
		poço	8b	Valado dos Frades ⁽²⁾	1520	68,02	148,76	75,88	303,71	25,60	13,22	125,05	0,12	64,59			
		poço	10b	Maiorga ⁽¹⁾	1265	103,11	56,21	337,33	15,78	57,60	11,38	86,57		44,47			
		poço	12b	Maiorga ⁽²⁾	859	58,50	65,95	152,33	2,81	34,95	4,44	60,12		31,59	0,79		
		poço	18b	Montes ⁽³⁾	950	30,23	49,34	184,52	105,63	17,44	19,64	104,21		55,89			0,859
		nascente	21b	Ferraria ⁽²⁾	485	29,62	31,36	56,86	8,89	11,70	1,94	26,45		13,61			
		poço	33b	Nazaré ⁽¹⁾	1583	102,85	146,73	298,00	179,77	71,40	20,86	172,34	0,23	92,34			2,075
		poço	34b	Nazaré ⁽¹⁾	3814	909,94	187,48	348,75	16,46	399,00	19,22	264,53		142,98			
		nascente	37b	Bárrio ⁽¹⁾	3110	706,18	149,05	344,38	4,70	376,00	4,13	126,65		66,97	0,56		
		poço	48b	Quinta São Gião ⁽¹⁾	1050	98,22	33,49	273,63	2,29	34,60	20,02	82,56	0,24	43,21			2,078
	Julho	furo	13b	Casal de Areia ⁽²⁾	1269	1,38	34,37	0,00	42,63	22,50	51,90	48,10		16,38	70,04		
		poço	16b	Montes ⁽³⁾	404,8	36,97	17,39	14,00		16,20	5,30	5,61		2,58			
		nascente	19b	Montes ⁽²⁾	346	36,52	7,96	36,99	8,07	16,60	2,12	14,43		7,53			
		nascente	21c	Ferraria ⁽²⁾	332,2	25,63	22,42	61,96	26,15	11,85	1,92	24,05		12,44			
		poço	24b	Fervença ⁽¹⁾	2317	269,88	38,18	497,52		166,00	5,66	124,25		61,82			
		furo	26b	Alcobaça ⁽¹⁾	908	97,00	21,30	234,75	2,41	56,40	4,02	63,33		32,03	0,12		
		poço	32b	Fervença ⁽¹⁾	1074	145,34	7,98	278,63	3,55	77,40	2,04	74,55		39,37			
		poço	33c	Nazaré ⁽¹⁾	1317	62,46	51,47	328,25	78,80	64,00	17,10	136,27		71,00			
		nascente	35b	Valado dos Frades ⁽¹⁾	340	36,61	24,67	19,98		37,10	2,81	85,77		50,50			
		poço	42b	Bárrio ⁽¹⁾	942	39,02	90,47	314,26	10,53	32,40	2,99	129,06		71,00	0,33		
		poço	43b	Bárrio ⁽¹⁾	880	32,92	77,33	268,87	20,54	33,15	2,79	20,84		4,57			
		poço	44b	Quinta São Gião ⁽¹⁾	1148	80,34	7,80	306,93	70,81	56,70	22,38	92,18		46,51			
		furo	45b	Quinta São Gião ⁽¹⁾	1242	131,97	25,41	270,12	46,89	76,50	3,06	52,10		22,94			
		poço	47b	Nazaré ⁽¹⁾	1122	111,62	27,18	305,32	0,38	72,30	7,10	101,80	0,39	53,56			
		poço	48c	Quinta São Gião ⁽¹⁾	925	60,04	28,75	298,98	7,36	42,10	34,02	121,04		66,53	0,16	1,69	0,02
		nascente	64b	Fervença ⁽¹⁾	4026	735,04	259,41	297,60		945,00	22,30	84,17		43,40	4,13		
		poço	67	Fervença ⁽²⁾	1330	150,70	174,59	3,00	334,59	50,20	39,80	115,43		60,85	1,72		
		poço	68	Fervença ⁽²⁾	1090	71,82	139,01	2,00	256,87	51,50	24,46	83,37		43,21	0,27		
		furo	69	Maiorga ⁽²⁾	690	57,36	80,08	15,00	72,32	23,25	13,36	51,30		26,24			
		poço	70	Fervença ⁽¹⁾	1210	168,87	63,25	298,14	4,14	68,70	10,66	98,60		50,84	5,37		
		poço	72	Quinta São Gião ⁽¹⁾	2116	333,27	19,35	613,08		139,00	25,88	118,64	0,48	58,37			1,59
		nascente	73	Famalicão ⁽²⁾	572	50,38	24,74	159,78	11,57	29,35	3,89	99,40		55,84	5,10		0,01
		poço	74	Famalicão ⁽²⁾	1015	54,31	18,12	417,32	0,37	64,60	5,92	12,83		1,41		9,44	
		furo	75	Nazaré ⁽¹⁾	308	20,91	6,33	46,89	8,68	18,90	2,38	33,67		18,71			
	Outubro	nascente	37c	Bárrio ⁽¹⁾	2645	871,60	37,35	348,68		472,00	4,52	129,06		68,28	11,85		
		nascente	76	Bárrio ⁽¹⁾	1180	162,86	65,23	400,15	27,88	59,50	2,65	85,77		44,23			

Ano	Mês	Tipo de captação	Amostra	Localização geográfica	CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Cl^- (mg/l)	SO_4^{2-} (mg/l)	HCO_3^- (mg/l)	NO_3^- (mg/l)	Na^+ (mg/l)	K^+ (mg/l)	Ca^{2+} (mg/l)	Br^- (mg/l)	Mg^{2+} (mg/l)	F^- (mg/l)	NO_2^- (mg/l)	PO_4^{3-} (mg/l)
2012	Novembro	nascente	77	Casal de Areia ⁽²⁾	174,5	36,29	34,47	17,00	24,52	2,40	1,35	33,67		19,10	0,65		
		furo	78	Casal de Areia ⁽²⁾	328	66,00	42,98	56,90	8,36	27,20	1,70	40,08		22,26	0,68		
		poço	79	Paúl da Cela ⁽¹⁾	1195	71,72	169,61	349,08	94,11	89,60	46,54	101,80	0,71	52,63	0,11		
		furo	81	Valado dos Frades ⁽¹⁾	1165	118,57	93,59	83,61	5,09	157,80	4,91	53,71		27,60	0,16		
		furo	82	Nasce Água ⁽²⁾	319	66,76	148,82	41,01	7,32	44,80	1,73	34,47		17,50	0,60		
		nascente	83	Nasce Água ⁽¹⁾	185,7	42,85	6,73	7,62	4,32	13,30	2,84	4,01		1,94	0,12		
		poço	84	Nasce Água ⁽²⁾	747	94,02	40,98	230,12	4,60	64,63	8,32	87,37		45,68	0,58		
		furo	85	Quinta São Gião ⁽¹⁾	1000	86,61	88,25	380,98	64,48	73,13	2,03	154,71	0,67	81,94	0,50		
		nascente	86	Valado dos Frades ⁽²⁾	771	64,97	78,80	151,33	134,78	37,95	31,60	92,99		49,77	3,25		

Recursos hídricos subterrâneos 2012

- Fevereiro 2012
- ◆ Março 2012
- Julho 2012
- ▲ Outubro 2012
- ✕ Novembro 2012



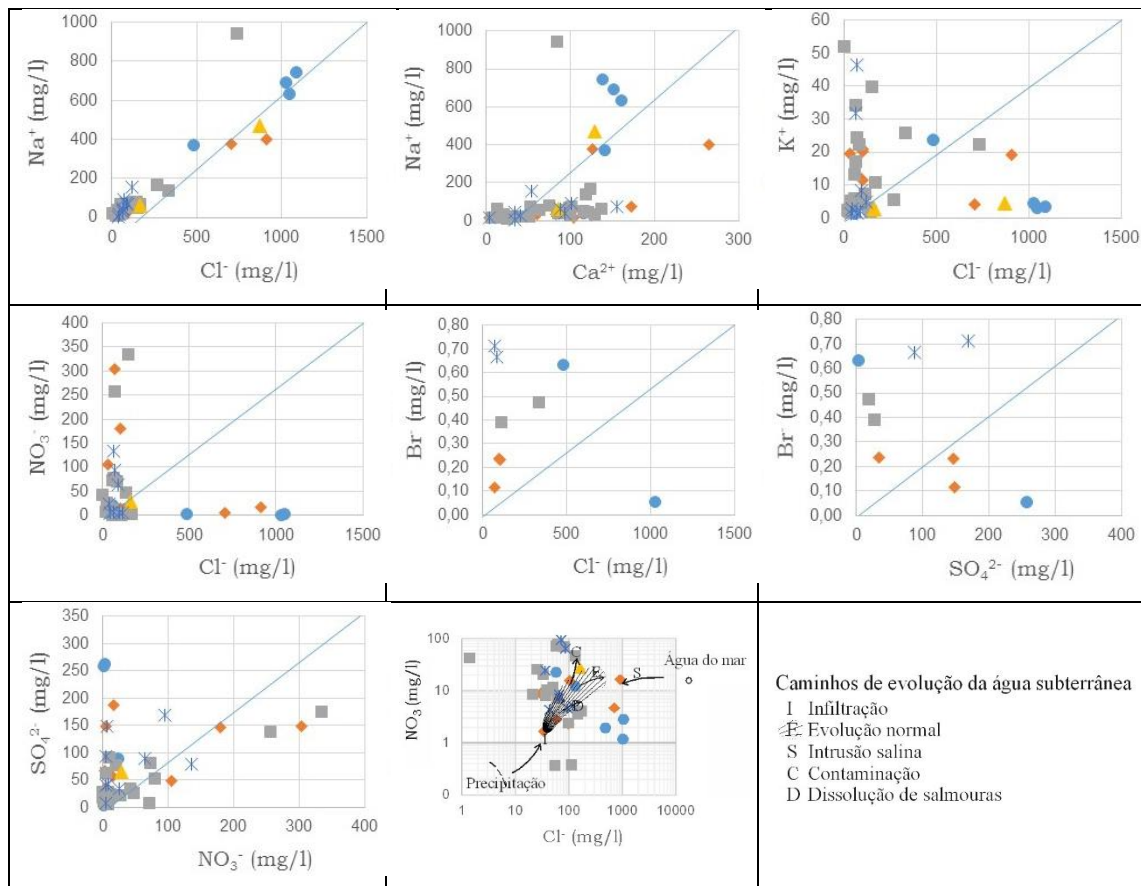
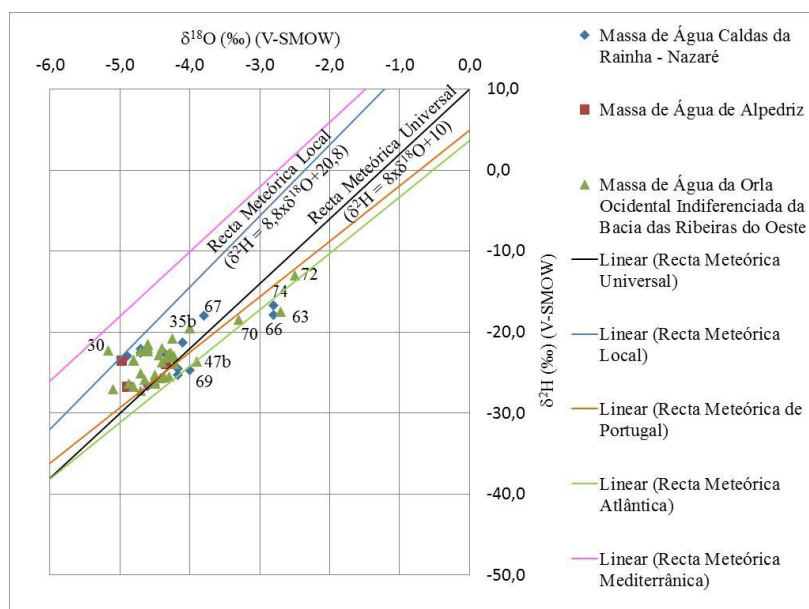


Figura 5.5 – Recursos hídricos subterrâneos de 2012: dados e gráficos

Massa de Água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste							Massa de Água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste							
Recursos hidricos superficiais							Recursos hidricos subterrâneos							
Ano	Mês	Tipo de captação	Amostra	Localização geográfica	δ ¹⁸ O (‰)	δ ² H (‰)	Ano	Mês	Tipo de captação	Amostra	Localização geográfica	δ ¹⁸ O (‰)	δ ² H (‰)	
2011	Maio	vala	36	Valado dos Frades ⁽¹⁾	-4,6	-25,6	2012	Fevereiro	furo	58	Fervença ⁽¹⁾	-4,3	-25,5	
	Julho	rio	38	Valado dos Frades ⁽¹⁾	-4,4	-25,6			nascente	59	Fervença ⁽¹⁾	-4,5	-26,1	
	Novembro	chuva	54	Alfeizeirão ⁽¹⁾	-5,0	-23,4			furo	60	Fervença ⁽¹⁾	-4,6	-22,0	
		chuva	56	Montes ⁽¹⁾	-5,6	-28,6			furo	61	Bárrio ⁽¹⁾	-4,3	-22,6	
		chuva	57	Maiorga ⁽¹⁾	-5,6	-28,4		Março	poço	48b	Quinta São Gião ⁽¹⁾	-4,8	-23,5	
	Fevereiro	vala	63	Paúl da Cela ⁽¹⁾	-2,7	-17,5			poço	24b	Fervença ⁽¹⁾	-4,4	-23,8	
	Julho	rio	25b	Fervença ⁽¹⁾	-4,3	-23,1			furo	26b	Alcobaca ⁽¹⁾	-4,8	-26,7	
vala		71	Fervença ⁽¹⁾	-4,6	-21,5	poço			33c	Nazaré ⁽¹⁾	-4,5	-26,4		
Recursos hídricos subterrâneos									nascente	35b	Valado dos Frades ⁽¹⁾	-4,0	-19,5	
Ano	Mês	Tipo de captação	Amostra	Localização geográfica	δ ¹⁸ O (‰)	δ ² H (‰)		2012	Julho	poço	42b	Bárrio ⁽¹⁾	-4,0	-19,5
2011	Março	furo	1	Nasce Água ⁽¹⁾	-4,9	-26,4				poço	43b	Bárrio ⁽¹⁾	-4,6	-21,6
		poço	10	Maiorga ⁽¹⁾	-4,4	-22,8				poço	44b	Quinta São Gião ⁽¹⁾	-4,7	-27,2
	Maio	poço	23	Fervença ⁽¹⁾	-4,6	-22,3				poço	47b	Nazaré ⁽¹⁾	-3,9	-23,6
		poço	24	Fervença ⁽¹⁾	-4,2	-22,9				poço	48c	Quinta São Gião ⁽¹⁾	-4,7	-22,4
		nascente	27	Alcobaca ⁽¹⁾	-4,3	-22,5				nascente	64b	Fervença ⁽¹⁾	-4,7	-25,1
		furo	30	Vestiária ⁽¹⁾	-5,2	-22,3				poço	70	Fervença ⁽¹⁾	-3,3	-18,4
		furo	31	Vestiária ⁽¹⁾	-4,8	-23,5				poço	72	Quinta São Gião ⁽¹⁾	-2,5	-13,0
		poço	32	Fervença ⁽¹⁾	-4,5	-26,2				furo	75	Nazaré ⁽¹⁾	-5,1	-27,1
		poço	33	Nazaré ⁽¹⁾	-4,4	-25,7				Outubro	nascente	76	Bárrio ⁽¹⁾	-4,4
		poço	34	Nazaré ⁽¹⁾	-4,2	-20,8								
	Julho	nascente	37	Bárrio ⁽¹⁾	-4,7	-25,8								
		poço	44	Quinta São Gião ⁽¹⁾	-4,5	-25,3								
furo		45	Quinta São Gião ⁽¹⁾	-4,3	-23,1									

Massa de Água das Caldas da Rainha - Nazaré						
Recursos hídricos superficiais						
Ano	Mês	Tipo de captação	Amostra	Localização geográfica	δ ¹⁸ O (‰)	δ ² H (‰)
2011	Julho	lagoa	66	Casal de Areia ⁽²⁾	-2,8	-17,8
Recursos hídricos subterrâneos						
Ano	Mês	Tipo de captação	Amostra	Localização geográfica	δ ¹⁸ O (‰)	δ ² H (‰)
2011	Março	poço	8	Valado dos Frades ⁽²⁾	-4,3	-22,8
		poço	12	Maiorga ⁽²⁾	-4,2	-25,3
	Julho	poço	46	Famalicão ⁽²⁾	-4,2	-24,5
2012	Julho	furo	13b	Casal de Areia ⁽²⁾	-4,6	-26,7
		nascente	19b	Montes ⁽²⁾	-4,7	-22,5
		nascente	21c	Ferraria ⁽²⁾	-4,9	-22,9
		poço	67	Fervença ⁽²⁾	-3,8	-18,0
		poço	68	Fervença ⁽²⁾	-4,1	-21,3
		furo	69	Maiorga ⁽²⁾	-4	-24,7
		nascente	73	Famalicão ⁽²⁾	-4,7	-22,1
		poço	74	Famalicão ⁽²⁾	-2,8	-16,7
Massa de Água de Alpedriz						
Recursos hídricos subterrâneos						
Ano	Mês	Tipo de captação	Amostra	Localização geográfica	δ ¹⁸ O (‰)	δ ² H (‰)
2011	Março	poço	18	Montes ⁽³⁾	-5,0	-23,5
		poço	22	Ferraria ⁽³⁾	-4,3	-4,0
2012	Julho	poco	16b	Montes ⁽³⁾	-4,9	-26,7



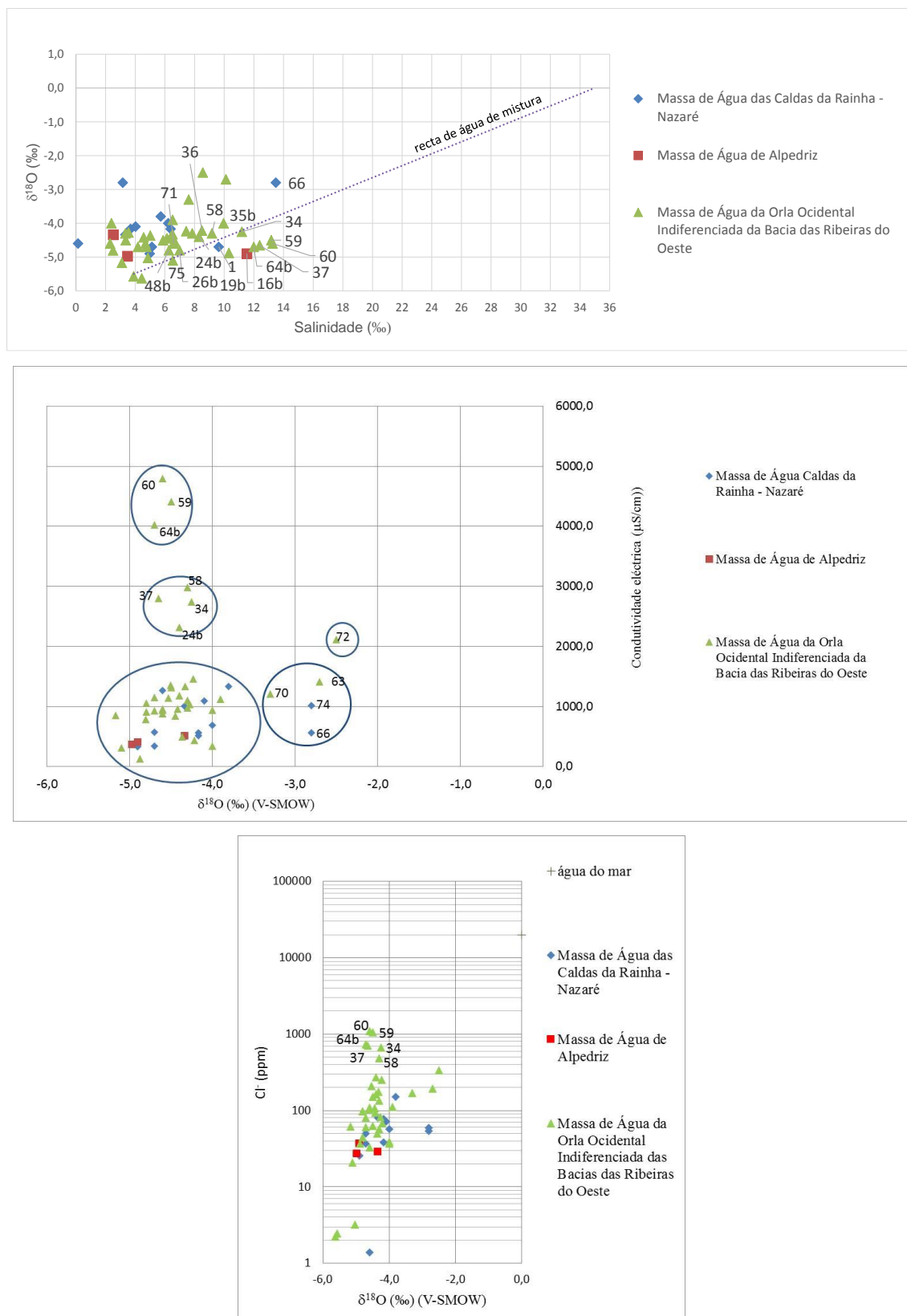


Figura 5.6 – Dados e gráficos sobre as razões isotópicas ($\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^2\text{H}$, em ‰). (Caroça, 2014^b, 2015^a)

Ano	Mês	Tipo de captação	Amostra	Localização geográfica	CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	SAR
2011	Maio	rio	25	Fervença ⁽¹⁾	819	1,222
		vala	36	Valado dos Frades ⁽¹⁾	438,8	0,839
	Julho	vala	40	Casal de Areia ⁽²⁾	498	0,813
		rio	39	Valado dos Frades ⁽¹⁾	368	1,728
		rio	38	Valado dos Frades ⁽¹⁾	460	2,191
	Outubro	vala	51	Casal de Areia ⁽²⁾	718	0,901
		vala	40b	Casal de Areia ⁽²⁾	230,8	1,175
		vala	53	Casal de Areia ⁽²⁾	537	0,873
		vala	50	Casal de Areia ⁽²⁾	624	0,92
		vala	49	Casal de Areia ⁽²⁾	309,3	1,403
		vala	52	Casal de Areia ⁽²⁾	240,1	4,33
	Novembro	chuva	54	Alfeizeirão ⁽¹⁾	380,5	0,25
		chuva	55	Cela ⁽¹⁾	395,5	0,165
		chuva	56	Montes ⁽¹⁾	392,9	0,102
		chuva	57	Maiorga ⁽¹⁾	398,5	0,168

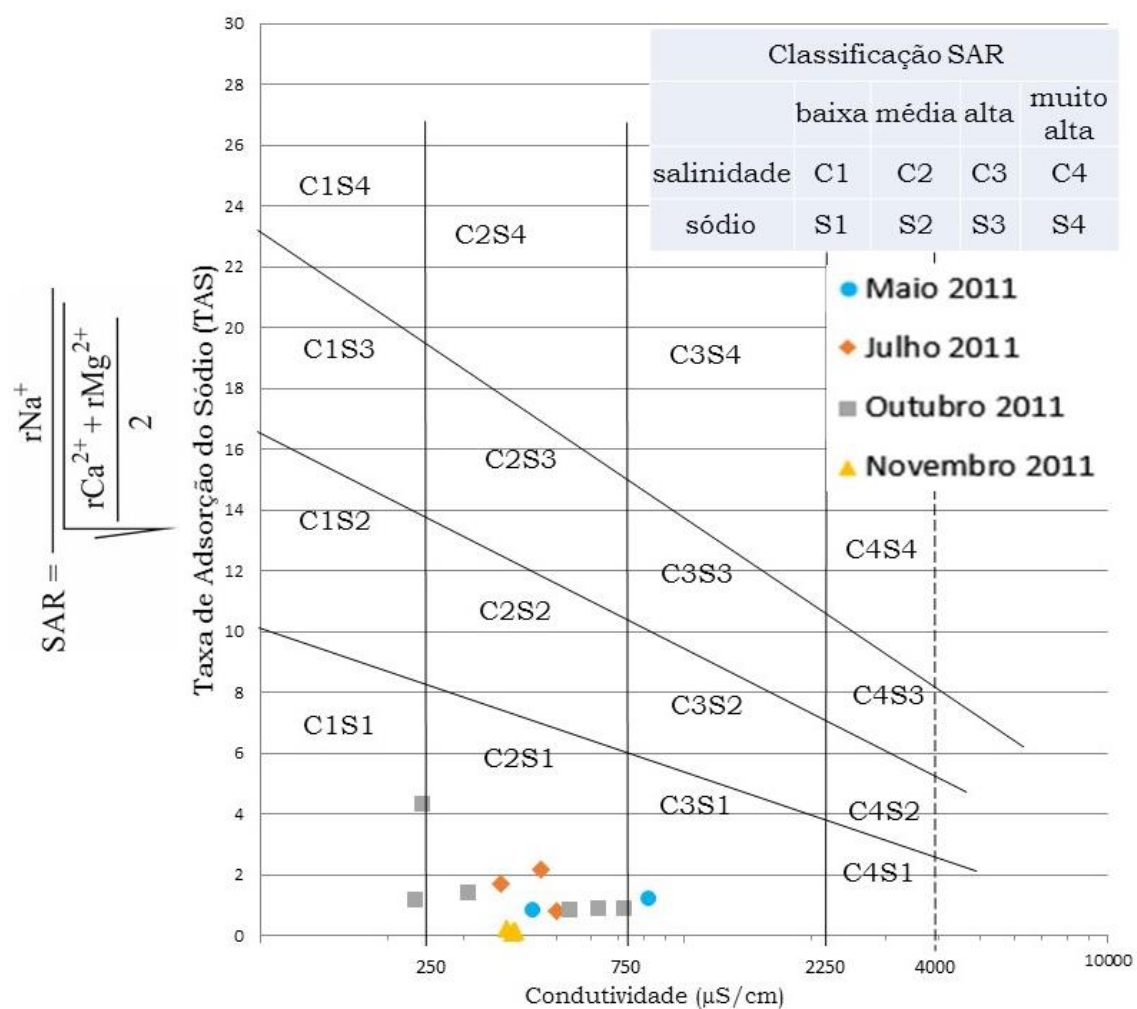


Figura 5.7 – Qualidade dos recursos hídricos superficiais de 2011 para rega: dados e gráfico

Ano	Mês	Tipo de captação	Amostra	Localização geográfica	CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	SAR
2012	Fevereiro	canal	62	Paúl da Cela ⁽¹⁾	1230	1,761
		vala	63	Paúl da Cela ⁽¹⁾	1411	2,202
	Março	vala	36b	Valado dos Frades ⁽¹⁾	681	1,224
		rio	38b	Valado dos Frades ⁽¹⁾	794	0,843
	Julho	rio	25b	Fervença ⁽¹⁾	980	3,31
		lagoa	66	Casal de Areia ⁽²⁾	565	1,884
		vala	71	Fervença ⁽¹⁾	943	1,284
	Novembro	lagoa	80	Paúl da Cela ⁽¹⁾	1886	3,848

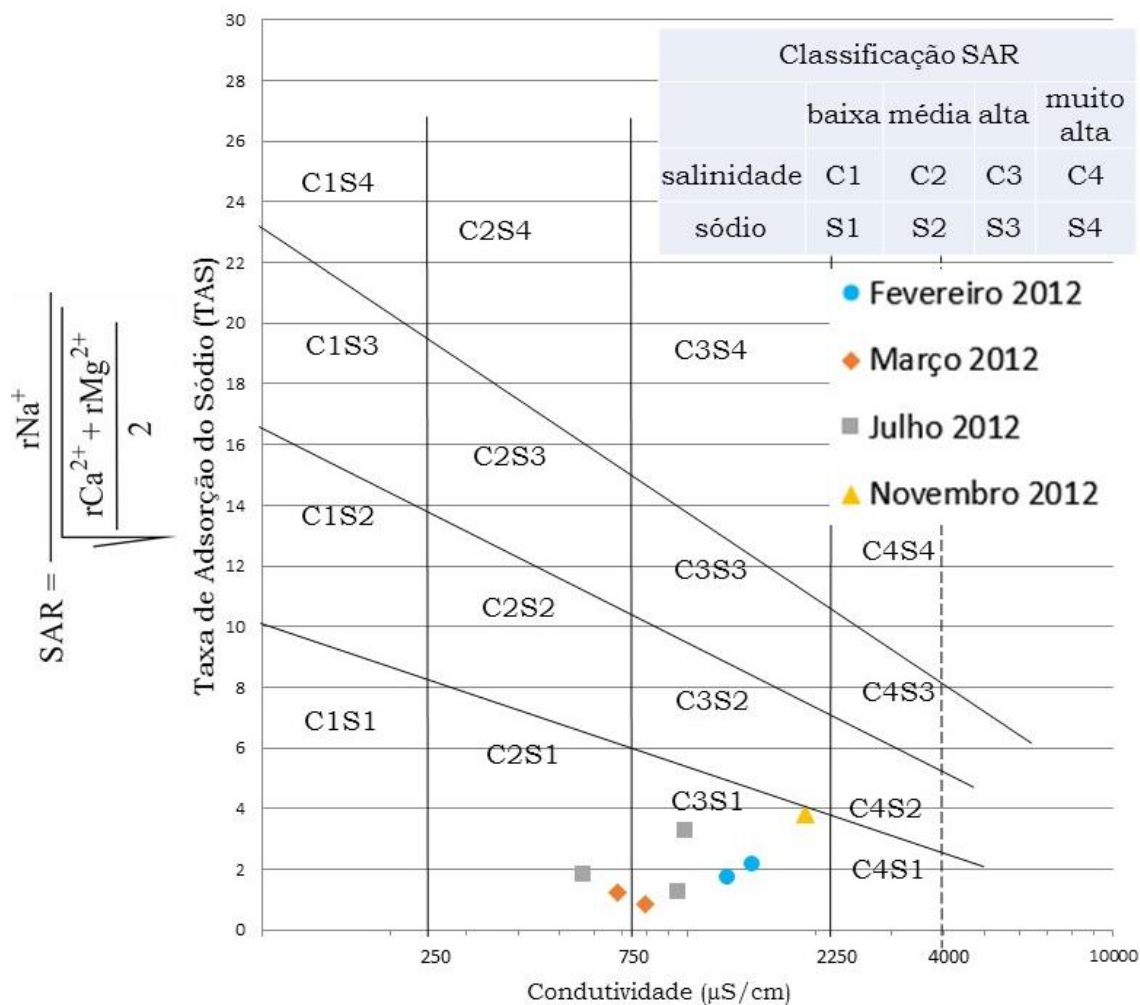


Figura 5.8 – Qualidade dos recursos hídricos superficiais de 2012 para rega: dados e gráfico

Ano	Mês	Tipo de captação	Amostra	Localização geográfica	CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	SAR
2013	Fevereiro	rio	87	Casal de Areia ⁽¹⁾	653,5	0,543
		rio	88	Casal de Areia ⁽¹⁾	553,5	0,696
		rio	89	Maiorga ⁽¹⁾	1148	0,971
		rio	90	Fervença ⁽¹⁾	690,3	0,399
		rio	38c	Valado dos Frades ⁽¹⁾	567,5	0,69
		rio	39b	Valado dos Frades ⁽¹⁾	589,3	1,126
		rio	91	Valado dos Frades ⁽¹⁾	960	1,324
		rio	92	Valado dos Frades ⁽¹⁾	709,8	0,459

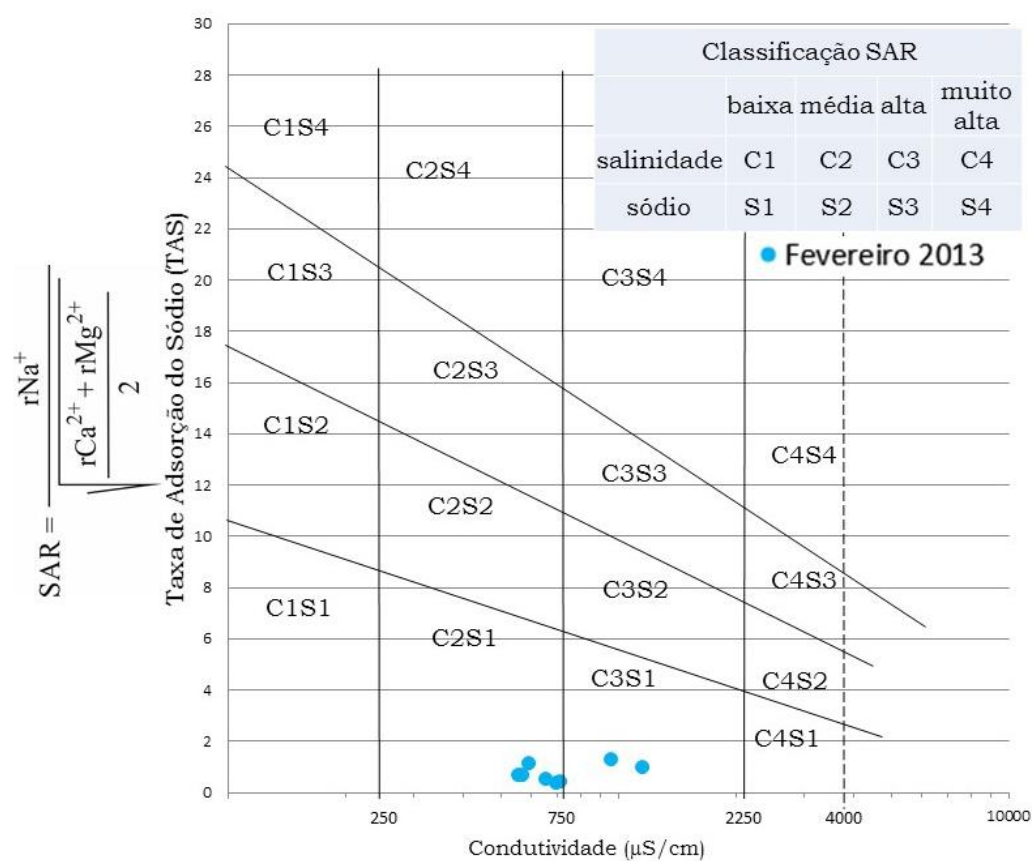


Figura 5.9 – Qualidade dos recursos hídricos superficiais de 2013 para rega: dados e gráfico

Ano	Mês	Tipo de captação	Amostra	Localização geográfica	CE (µS/cm)	SAR
2011	Março	furo	1	Nasce Água ⁽¹⁾	128,4	0,5
		nascente	2	Nasce Água ⁽¹⁾	151	1,433
		furo	3	Nasce Água ⁽¹⁾	143,6	1,537
		furo	4	Nasce Água ⁽¹⁾	197	2,386
		furo	5	Nasce Água ⁽¹⁾	195	1,768
		furo	6	Nasce Água ⁽¹⁾	152	1,407
		furo	7	Nasce Água ⁽¹⁾	142	1,532
		poço	8	Valado dos Frades ⁽²⁾	1007	0,457
		poço	9	Valado dos Frades ⁽²⁾	480	0,32
		poço	10	Maiorga ⁽¹⁾	841	1,036
		furo	11	Maiorga ⁽²⁾	170	2,991
		poço	12	Maiorga ⁽²⁾	512	0,871
		furo	13	Casal de Areia ⁽²⁾	513	0,525
		nascente	14	Casal de Areia ⁽¹⁾	450	1,214
		poço	15	Casal de Areia ⁽¹⁾	543	0,898
		poço	16	Montes ⁽³⁾	177,6	1,274
		nascente	17	Montes ⁽³⁾	255,9	2,145
		poço	18	Montes ⁽³⁾	374	0,309
		nascente	19	Montes ⁽²⁾	237	2,416
		furo	20	Montes ⁽²⁾	305,7	0,512
		nascente	21	Ferraria ⁽²⁾	229	0,459
		poço	22	Ferraria ⁽³⁾	517	0,342

Ano	Mês	Tipo de captação	Amostra	Localização geográfica	CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	SAR
2011	Maio	poço	23	Fervença ⁽¹⁾	957	0,961
		poço	24	Fervença ⁽¹⁾	1464	2,6
		furo	26	Alcobaça ⁽¹⁾	782	2,045
		nascente	27	Alcobaça ⁽¹⁾	1034	1,114
		poço	28	Vestiária ⁽¹⁾	706	0,333
		poço	29	Vestiária ⁽¹⁾	427	0,373
		furo	30	Vestiária ⁽¹⁾	852	0,831
		furo	31	Vestiária ⁽¹⁾	784	1,733
		poço	32	Fervença ⁽¹⁾	1138	3,171
		poço	33	Nazaré ⁽¹⁾	962	1,21
		poço	34	Nazaré ⁽¹⁾	2740	5,291
		nascente	35	Valado dos Frades ⁽¹⁾	319,8	1,138
	Julho	nascente	37	Bárrio ⁽¹⁾	2803	8,276
		poço	41	Bárrio ⁽¹⁾	661	0,713
		poço	42	Bárrio ⁽¹⁾	973	0,858
		poço	43	Bárrio ⁽¹⁾	919	0,76
		poço	44	Quinta São Gião ⁽¹⁾	1350	1,574
		furo	45	Quinta São Gião ⁽¹⁾	1330	1,247
		poço	46	Famalicão ⁽²⁾	566	1,078
	Setembro	poço	47	Nazaré ⁽¹⁾	1815	1,812
		poço	48	Quinta São Gião ⁽¹⁾	2330	1,361

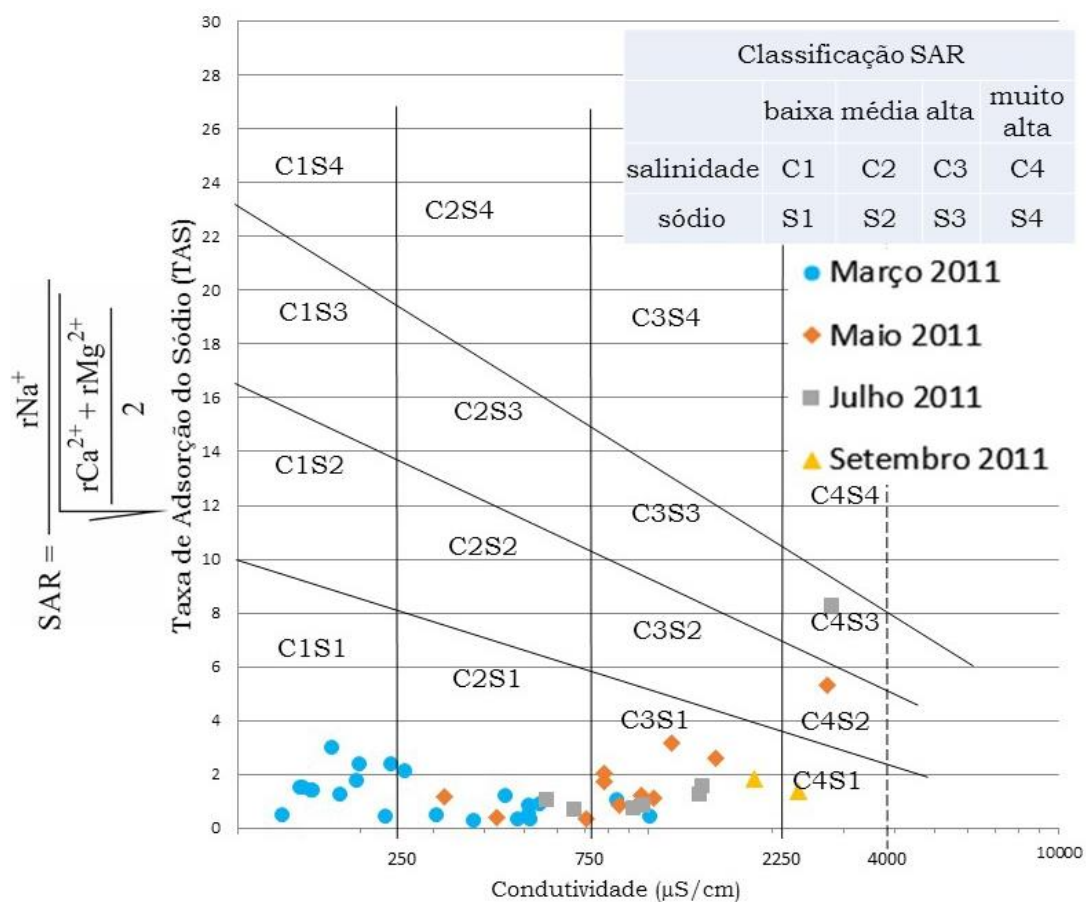


Figura 5.10 – Qualidade dos recursos hídricos subterrâneos de 2011 para rega: dados e gráfico

Ano	Mês	Tipo de captação	Amostra	Localização geográfica	CE (μS/cm)	SAR
2012	Fevereiro	furo	58	Fervença ⁽¹⁾	2984	6,282
		nascente	59	Fervença ⁽¹⁾	4413	9,995
		furo	60	Fervença ⁽¹⁾	4795	12,79
		furo	61	Bárrio ⁽¹⁾	1100	0,691
		nascente	64	Fervença ⁽¹⁾	4196	11,31
		nascente	65	Alcobaça ⁽⁴⁾	1198	1,266
	Março	furo	1b	Nasce Água ⁽¹⁾	434	2,047
		poço	8b	Valado dos Frades ⁽²⁾	1520	0,463
		poço	10b	Maiorga ⁽¹⁾	1265	1,254
		poço	12b	Maiorga ⁽²⁾	859	0,908
		poço	18b	Montes ⁽³⁾	950	0,343
		nascente	21b	Ferraria ⁽²⁾	485	0,461
		poço	33b	Nazaré ⁽¹⁾	1583	1,091
		poço	34b	Nazaré ⁽¹⁾	3814	4,912
		nascente	37b	Bárrio ⁽¹⁾	3110	6,724
		poço	48b	Quinta São João ⁽¹⁾	1050	0,768
	Julho	furo	13b	Casal de Areia ⁽²⁾	1269	0,715
		poço	16b	Montes ⁽³⁾	404,8	1,421
		nascente	19b	Montes ⁽²⁾	346	0,882
		nascente	21c	Ferraria ⁽²⁾	332,2	0,489
		poço	24b	Fervença ⁽¹⁾	2317	3,039
		furo	26b	Alcobaça ⁽¹⁾	908	1,441
		poço	32b	Fervença ⁽¹⁾	1074	1,805
		poço	33c	Nazaré ⁽¹⁾	1317	1,107
		nascente	35b	Valado dos Frades ⁽¹⁾	340	0,786
		poço	42b	Bárrio ⁽¹⁾	942	0,569
		poço	43b	Bárrio ⁽¹⁾	880	1,713
		poço	44b	Quinta São João ⁽¹⁾	1148	1,201
		furo	45b	Quinta São João ⁽¹⁾	1242	2,221
		poço	47b	Nazaré ⁽¹⁾	1122	1,444
		poço	48c	Quinta São João ⁽¹⁾	925	0,763
		nascente	64b	Fervença ⁽¹⁾	4026	20,85
		poço	67	Fervença ⁽²⁾	1330	0,941
		poço	68	Fervença ⁽²⁾	1090	1,14
		furo	69	Maiorga ⁽²⁾	690	0,658
		poço	70	Fervença ⁽¹⁾	1210	1,401
		poço	72	Quinta São João ⁽¹⁾	2116	2,611
		nascente	73	Famalicão ⁽²⁾	572	0,584
		poço	74	Famalicão ⁽²⁾	1015	4,572
		furo	75	Nazaré ⁽¹⁾	308	0,648
	Outubro	nascente	37c	Bárrio ⁽¹⁾	2645	9,203
		nascente	76	Bárrio ⁽¹⁾	1180	1,174
	Novembro	nascente	77	Casal de Areia ⁽²⁾	174,5	0,054
		furo	78	Casal de Areia ⁽²⁾	328	0,855
		poço	79	Paúl da Cela ⁽¹⁾	1195	1,796
		furo	81	Valado dos Frades ⁽¹⁾	1165	4,362
		furo	82	Nasce Água ⁽²⁾	319	1,55
		nascente	83	Nasce Água ⁽¹⁾	185,7	1,363
		poço	84	Nasce Água ⁽²⁾	747	1,395
		furo	85	Quinta São João ⁽¹⁾	1000	1,183
		nascente	86	Valado dos Frades ⁽²⁾	771	0,79

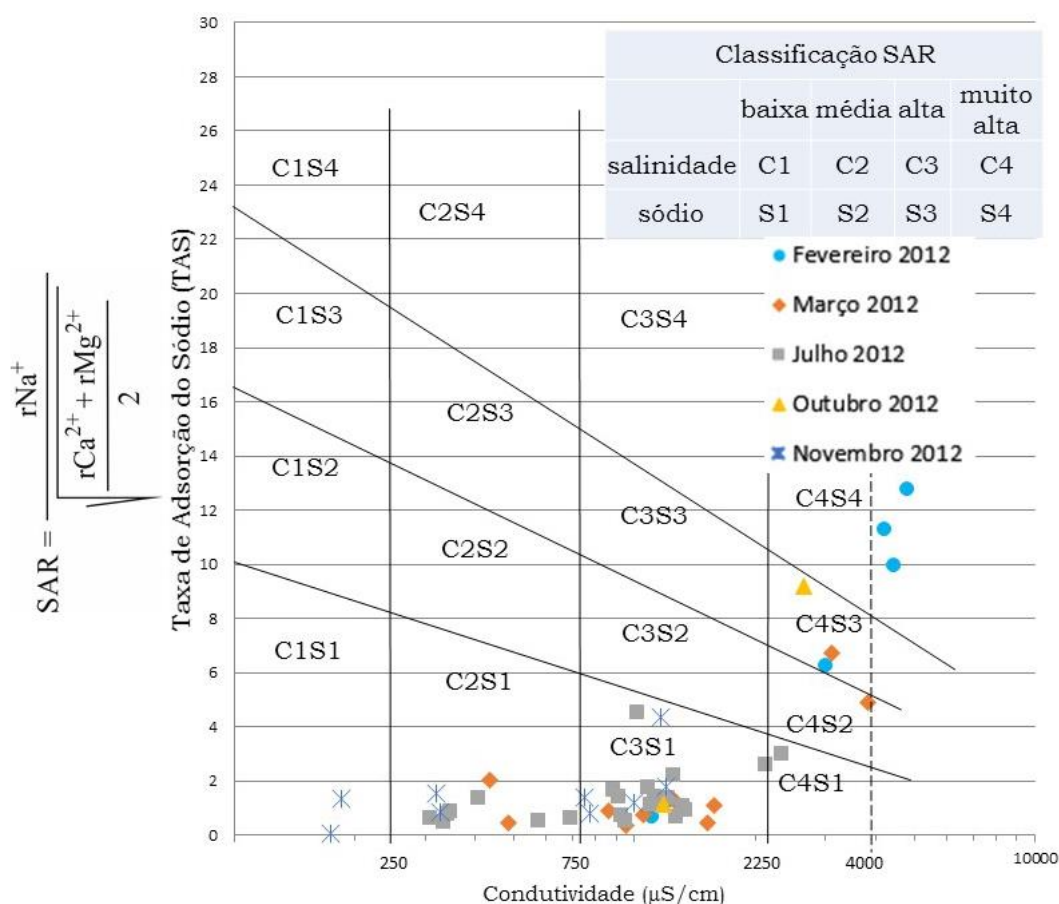


Figura 5.11 – Qualidade dos recursos hídricos subterrâneos de 2012 para rega: dados e gráfico

Os Diagramas de Piper foram elaborados no *software* denominado «ACQUAQUEM» (versão 5.1), utilizando os cátions: $Na^+ + K^+$, Ca^{2+} , Mg^{2+} ; e os aniões: Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} , com as concentrações em % meq. A **figura 5.12** apresenta os dados das amostras de águas analisadas repartidos por três sectores da várzea (litoral, intermédio e interno) (consultar o **quadro 3.X** do «capítulo 3 – Metodologia» e a legenda das figuras do «capítulo 4 – Apresentação dos dados»). A não representação como se tem vindo a estruturar deve-se à escassez de tempo para a entrega desta dissertação.

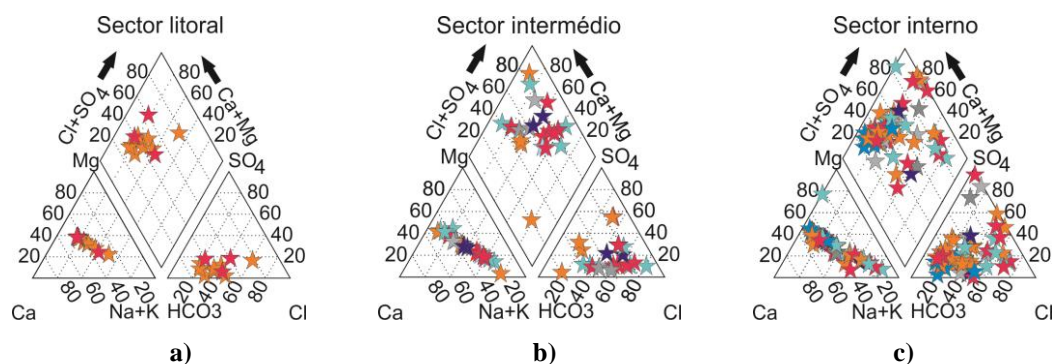


Figura 5.12 – Diagramas de Piper com a projecção das amostras de água analisadas para os sectores da várzea da Nazaré: **a)** litoral, **b)** intermédio, **c)** interno. As cores das estrelas indicam o tipo de captação. A cor vermelha corresponde ao furo, a cor de laranja ao poço, a cor azul clara à nascente, a cor cinzenta à vala e a cor azul escura ao rio. (Caroça, 2015^a)

5.1 – Interpretação dos recursos hídricos superficiais

Analisaram-se 15 amostras de água superficiais no ano de 2011, oito amostras de água superficiais no ano de 2012 e 42 amostras de água superficiais no ano de 2013.

5.1.1 – Interpretação dos recursos hídricos superficiais – 2011

O **quadro 4.I** do «capítulo 4 – Apresentação dos dados» apresenta as 15 amostras de águas superficiais recolhidas em diferentes meses. No mesmo capítulo, a **figura 4.1** ilustra a localização dessa amostragem.

5.1.1.1 – Interpretação de Maio/2011

No mês de Maio analisaram-se duas águas superficiais pertencentes à massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste.

a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

A interpretação dos resultados encontra-se no **quadro 5.IV**.

Quadro 5.IV – Interpretação dos resultados das amostras de águas superficiais analisadas em Maio de 2011 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

Amostra	Número dos quadrantes onde estão projectados os pontos no Diagrama Piper	Tipos hidroquímicos	Interpretação final tendo em atenção o resultado do Diagrama Stiff Modificado
25	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista
36	9, 4, 8	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água mista

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
25	Fervença ⁽¹⁾	rio	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	5,41	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) < r\text{HCO}_3^-$ Existe troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	5,42	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,56	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,02	Água sujeita a lixiviação de evaporitos
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,80	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,25	Água continental em contacto com o diapiro
			I.T.B.	0,32	Água sujeita a fenómenos de fixação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas em troca dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
36	Valado dos Frades ⁽¹⁾	vala	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	2,92	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	0,80	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	2,40	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,11	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,82	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,58	Água continental
			I.T.B.	0,42	Água sujeita a fenómenos de fixação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas em troca dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
25	Fervença ⁽¹⁾	Gráfico Na-Cl: água doce
36	Valado dos Frades ⁽¹⁾	Gráfico CE-HCO3: $[\text{HCO}_3^-] < 50 \text{ mg/l}$, captação muito próxima de areias de dunas; Gráfico Na-Cl: mesma origem; Gráfico NO3-Cl: poluição por nitratos

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite
25	rio	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.
36	vala	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄ .2H ₂ O			NaCl		KCl
		gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	silvite
25	rio	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
36	vala	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.

Símbolo	Al	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
36	0,016	0,0013	0,0016	0,0015	0,0288	0,07	0,000049
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água de chuva	água de rio	entre água de rio e do mar	superior a água de rio	água de rio	superior a água de rio	entre água do mar e água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)

Símbolo	Ni	Cu	Zn	As	Se	Rb	Sr
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
36	0,0021	0,0014	0,0349	0,00254	0,0015	0,00742	0,135
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior a água do mar	entre água de chuva e água de rio	entre água de rio e água de chuva poluída	entre água de chuva e água do mar	superior a uma água de chuva	entre água de rio e água do mar	água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)	superior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)

Símbolo	Y	Zr	Nb	Mo	Sb	I	Cs
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
36	0,000039	0,00009	0,000005	0,0002	0,00012	0,008	0,000041
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água do mar e água de rio	água de rio	água do mar	próximo de água de rio	próximo de água de rio	superior a água de rio	entre água de rio e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)	sem informação

Símbolo	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Gd
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
36	0,0329	0,000019	0,00003	0,000004	0,000023	0,000011	0,000006
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água de rio	entre água do mar e água da chuva	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	superior a água de rio	entre água do mar e água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	sem informação	sem informação

Símbolo	Dy	Er	Yb	Hf	Tl	Pb	Th
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
36	0,000006	0,000004	0,000006	0,000002	0,000023	0,00013	0,000005
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	água de rio	inferior à água do mar	água de chuva	entre água do mar e água da chuva	entre água do mar e água da chuva
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (US EPA)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (França)

Símbolo	U
Unidade	mg/l
Método de Análise	ICP-MS
36	0,000026
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água de chuva e água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (WHO)

Amostra	Interpretação das razões isotópicas de $^2\text{H}/^1\text{H}$ e de $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$
36	Água doce de origem da água universal, provavelmente a iniciar o fenómeno de intrusão salina

Qualidade da água para consumo humano através dos parâmetros químicos analisados (a cruz assinala o parâmetro acima do valor permitido por lei; espaço pintado a cor cinzenta significa parâmetro não analisado)																									
Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	F ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Sb	As	Br ⁻	Cd	Cr	Cu	Pb	Hg	Ni	Se	Al	Ca ²⁺	Cl ⁻	CE	DT	pH	Fe	Mg ²⁺	Mn	SO ₄ ²⁻
25	Fervença ⁽¹⁾	rio																							
36	Valado dos Frades ⁽¹⁾	vala													X										

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Na ⁺	PO ₄ ³⁻	K ⁺	Be	Ba	Bi	Co	S	Sn	Sr	P	I	Li	Mo	Nb	Ag	Tl	Te	Th	U	W	V	Zn
25	Fervença ⁽¹⁾	rio																							
36	Valado dos Frades ⁽¹⁾	vala																							

Amostra	Qualidade da água para rega através da Classificação SAR
25	C3-S1
36	C2-S1

5.1.1.2 – Interpretação de Julho/2011

No mês de Julho analisaram-se três águas superficiais, duas da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste e uma da massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré.

a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

A interpretação dos resultados encontra-se no **quadro 5.V**.

Quadro 5.V – Interpretação dos resultados das amostras de águas superficiais analisadas em Julho de 2011 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste ⁽¹⁾

Amostra	Número dos quadrantes onde estão projectados os pontos no Diagrama Piper	Tipos hidroquímicos	Interpretação final tendo em atenção o resultado do Diagrama Stiff Modificado
38	9, 4, 8	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água mista
39	9, 4, 8	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água mista

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
38	Valado dos Frades ⁽¹⁾	rio	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	4,23	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	1,50	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,94	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,16	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,86	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	1,28	Água continental
			I.T.B.	0,02	Água sujeita a fenómenos de fixação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas em troca dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
39	Valado dos Frades ⁽¹⁾	rio	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	2,12	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	0,70	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	2,64	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,05	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,89	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,39	Água continental
			I.T.B.	-0,01	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
38	Valado dos Frades ⁽¹⁾	Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos, alimentar); Gráfico CE-F: $1 \text{ mg/l} < [\text{F}^-] < 10 \text{ mg/l}$ contaminação por: fertilizantes, vidro, têxteis, metais plásticos; Gráfico Na-Cl: água doce; Gráfico NO3-Cl: poluição por nitratos
39	Valado dos Frades ⁽¹⁾	Gráfico CE-HCO3: $[\text{HCO}_3^-] < 50 \text{ mg/l}$, captação muito próxima de areias de dunas; Gráfico CE-PO4: $[\text{PO}_4^{3-}] < 1 \text{ mg/l}$, água normal; Gráfico Na-Cl: mesma origem

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite
38	rio	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
39	rio	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄ ·2H ₂ O			NaCl		Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH
		gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	hidroxiapatite
38	rio	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
39	rio	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.

Amostra	Tipo captação	KCl
		silvite
38	rio	Sol. Subs.
39	rio	Sol. Subs.

Símbolo	Li	Al	Ti	V	Mn	Co	Ni
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
38	0,006	0,108	0,0006	0,0004	0,122	0,00217	0,0023
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água de rio	água de rio	água do mar	entre água da chuva e água de rio	superior a água de rio	água de rio	superior a água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	superior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)

Símbolo	Cu	Zn	Ge	As	Se	Rb	Sr
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
38	0,0007	0,0143	0,00002	0,00043	0,0008	0,0162	0,168
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água da chuva e água de rio	entre água da chuva e água de rio	entre água de rio e água do mar	entre água da chuva e água do mar	superior a água da chuva	entre água de rio e água do mar	água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (WHO)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)

Símbolo	Y	Zr	Mo	Cd	Sb	I	Cs
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
38	0,000142	0,00002	0,0002	0,00004	0,00014	0,05	0,000135
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água de rio	inferior à água do mar	entre água de chuva e água de rio	água de rio	água de rio	superior a água de rio	entre água de rio e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (WHO)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)	sem informação

Símbolo	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Gd
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
38	0,043	0,000051	0,000096	0,00001	0,00004	0,000016	0,000011
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água de rio	entre água da chuva e água de rio	água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	superior a água de rio	entre água do mar e água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	sem informação	sem informação

Símbolo	Tb	Dy	Ho	Er	Yb	Lu	Re
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
38	0,000002	0,000013	0,000003	0,000009	0,000008	0,000003	0,000002
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	água de rio	água de rio	inferior a água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação

Símbolo	Tl	Pb	Th	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
38	0,00013	0,0002	0,000005	0,000335
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água de rio	entre água do mar e água da chuva	entre água do mar e água da chuva	água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (US EPA)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (França)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)

Amostra	Interpretação das razões isotópicas de $^2\text{H}/^1\text{H}$ e de $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$
38	Água doce de origem da água universal

[illegible]

Amostra	Qualidade da água para rega através da Classificação SAR
38	C2-S1
39	C2-S1

b) Massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré

A interpretação dos resultados encontra-se no **quadro 5.VI**.

Quadro 5.VI – Interpretação dos resultados das amostras de águas superficiais analisadas em Julho de 2011 da massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré

Amostra	Número dos quadrantes onde estão projectados os pontos no Diagrama Piper	Tipos hidroquímicos	Interpretação final tendo em atenção o resultado do Diagrama Stiff Modificado
40	9, 4, 8	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água mista

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
40	Casal de Areia ⁽²⁾	vala	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	2,56	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	1,26	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	1,80	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,05	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,88	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,42	Água continental
			I.T.B.	-0,14	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
40	Casal de Areia ⁽²⁾	Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos); Gráfico Na-Cl: água doce; Gráfico Na-Ca: água doce sujeita a contaminação agrícola [concentração em ião sódio (Na^+) superior à do ião cálcio (Ca^{2+})]

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO_4	CaCO_3	CaCO_3		$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	CaF_2
		anidrite	aragonite	calcite	$\text{CO}_2(\text{g})$	dolomite	fluorite
40	vala	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$			NaCl		KCl
		gesso	$\text{H}_2(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	Halite	$\text{O}_2(\text{g})$	silvite
40	vala	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.

Qualidade da água para consumo humano através dos parâmetros químicos analisados (a cruz assinala o parâmetro acima do valor permitido por lei; espaço pintado a cor cinzenta significa parâmetro não analisado)																		
Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	F ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Sb	As	Br ⁻	Cd	Cr	Cu	Pb	Hg	Ni	Se	Al	Ca ²⁺	Cl ⁻
40	Casal de Areia ⁽²⁾	vala	X															
Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Na ⁺	PO ₄ ³⁻	K ⁺	Be	Ba	Bi	Co	S	Sn	Sr	P	I	Li	Mo	Nb	Ag
40	Casal de Areia ⁽²⁾	vala																
Qualidade da água para rega através da Classificação SAR																		
Amostra																		
40	C2-S1																	

5.1.4.3 – Interpretação de Outubro/2011

No mês de Outubro analisaram-se seis águas superficiais localizadas na massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré.

a) Massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré

A interpretação dos resultados encontra-se no **quadro 5.VII**.

Quadro 5.VII – Interpretação dos resultados das amostras de águas superficiais analisadas em Outubro de 2011 da massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré

Amostra	Número dos quadrantes onde estão projectados os pontos no Diagrama Piper	Tipos hidroquímicos	Interpretação final tendo em atenção o resultado do Diagrama Stiff Modificado
40b	9, 4, 8	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água mista
49	9, 4, 5	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água sulfatada mista
50	9, 4, 8	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água mista
51	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista
52	9, 4, 5	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água sulfatada mista
53	12, 3, 8	Água cloretada e/ou sulfatada sódica	Água mista sódica

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
40b	Casal de Areia ⁽²⁾	vala	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	4,25	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	1,72	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,74	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,21	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,86	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	1,27	Água continental
			I.T.B.	-8,46	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
49	Casal de Areia ⁽²⁾	vala	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	6,77	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	0,08	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	20,93	Água do mar
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,26	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,78	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	5,37	Indefinido
			I.T.B.	-0,58	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
50	Casal de Areia ⁽²⁾	rio de Areia	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	4,17	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	1,61	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,79	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,23	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,86	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	1,27	Água continental
			I.T.B.	-0,22	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
51	Casal de Areia ⁽²⁾	rio de Areia	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	3,87	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	2,19	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,23	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,25	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,86	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,53	Água continental
			I.T.B.	-2,16	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
52	Casal de Areia ⁽²⁾	vala	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	3,89	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	2,03	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,83	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,32	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,59	Água continental em contacto com gesso, anidrite e/ou com minerais de cloreto de sódio (halite)
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	6,08	Indefinido
			I.T.B.	-0,54	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
53	Casal de Areia ⁽²⁾	vala	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	3,02	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	3,74	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	1,04	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,06	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,84	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,26	Água continental
			I.T.B.	-0,45	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
40b	Casal de Areia ⁽²⁾	<p>Gráfico CE-K: contaminação por efluentes industriais (vidro, cerâmica, explosivos, fertilizantes, lentes, sabões); Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos); Gráfico CE-Br: contaminação por corantes da indústria de cerâmica e do vidro, insecticidas, fabrico de prismas ópticos, combustíveis para motores, películas de fotografias, purificação de águas, desinfectantes, produtos de pulverização; Gráfico CE-F: $1\text{ mg/l} < [\text{F}^-] < 10\text{ mg/l}$, contaminação por fertilizantes, vidro, metais, plásticos; gráfico Na-Cl: água doce; Gráfico K-Cl: contaminação industrial (vidros, cerâmica, metalurgia, detergentes, borracha, têxteis, tintas, explosivos) e agrícola (fertilizantes); Gráfico Br-Cl: contaminação por cerâmica, vidro, insecticida; Gráfico Br-SO4: contaminação por fungicida, vidro, cerâmica, celulose, detergentes, têxteis, tintas</p>
49	Casal de Areia ⁽²⁾	<p>Gráfico CE-K: contaminação por efluentes industriais (vidro, cerâmica, explosivos, fertilizantes, lentes, sabões); Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtição de couros); Gráfico CE-Br: contaminação por corantes da indústria de cerâmica e de vidro, insecticidas, fabrico de prismas ópticos, combustíveis para motores, películas de fotografias, purificação de águas, desinfectantes, produtos de pulverização; Gráfico CE-F: $10\text{ mg/l} < [\text{F}^-] < 22\text{ mg/l}$, contaminação por efluentes de indústria de vidro, metais, plásticos, fertilizantes; Gráfico Na-Cl: água doce; Gráfico K-Cl: contaminação industrial (vidros, cerâmica, metalurgia, detergentes, borracha, têxteis, tintas, explosivos) e agrícola (fertilizantes); Gráfico Br-Cl: contaminação por cerâmica, vidro, insecticida; Gráfico Br-SO4: contaminação por fungicida, vidro, cerâmica, celulose, detergentes, têxteis, tintas</p>

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
50	Casal de Areia ⁽²⁾	<p>Gráfico CE-K: contaminação por efluentes industriais (vidro, cerâmica, explosivos, fertilizantes, lentes, sabões); Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos, alimentar); Gráfico CE-Br: contaminação por corantes na indústria de cerâmica e de vidro, insecticidas, fabrico de prismas ópticos, combustíveis para motores, películas de fotografias, purificação de águas, desinfectantes, produtos de pulverização; Gráfico CE-F: $1 \text{ mg/l} < [\text{F}^-] < 10 \text{ mg/l}$, contaminação por fertilizantes; Gráfico CE-NO2: contaminação pelas indústria química, farmacêutica, pigmentação e estamperia, têxtil, metalúrgica, de construção (como anticorrosivo para ferro e aço), e alimentar; Gráfico Na-Cl: água doce; Gráfico K-Cl: contaminação industrial (vidros, cerâmica, metalurgia, detergentes, borracha, têxteis, tintas, explosivos) e agrícola (fertilizantes); Gráfico Br-SO4: contaminação por fungicida, vidro, cerâmica, celulose, detergentes, têxteis, tintas</p>
51	Casal de Areia ⁽²⁾	<p>Gráfico CE-K: contaminação por efluentes industriais (vidro, cerâmica, explosivos, fertilizantes, lentes, sabões); Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos; alimentar); Gráfico CE-Br: contaminação por corantes na indústria de cerâmica e de vidro, insecticidas, fabrico de prismas ópticos, combustíveis para motores, películas de fotografias, purificação de águas, desinfectantes, produtos de pulverização; Gráfico CE-NO2: contaminação pelas indústrias química, farmacêutica, pigmentação e estamperia têxtil, metalúrgica, de construção (como anticorrosivo para ferro e aço), e alimentar; Gráfico CE-PO4: $[\text{PO}_4^{3-}] < 1 \text{ mg/l}$, água doce; Gráfico Na-Cl: água doce; Gráfico K-Cl: contaminação industrial (vidros, cerâmica, metalurgia, detergentes, borracha, têxteis, tintas, explosivos) e agrícola (fertilizantes); Gráfico Br-Cl: contaminação por cerâmica, vidro, insecticida; Gráfico Br-SO4: contaminação por fungicida, vidro, cerâmica, celulose, detergentes, têxteis, tintas</p>

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
52	Casal de Areia ⁽²⁾	<p>Gráfico CE-K: contaminação por efluentes industriais (vidro, cerâmica, explosivos, fertilizantes, lentes, sabões); Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos, alimentar); Gráfico CE-Br: contaminação por corantes da indústria de cerâmica e de vidro, insecticidas, fabrico de prismas ópticos, combustíveis para motores, películas de fotografias, purificação de águas, desinfectantes, produtos de pulverização; Gráfico CE-F: 10 mg/l < [F⁻] < 22 mg/l, contaminação por efluentes da indústria de vidro, metais, plásticos, fertilizantes, águas residuais urbanas; Gráfico Na-Cl: água doce; Gráfico K-Cl: contaminação industrial (vidros, cerâmica, metalurgia, detergentes, borracha, têxteis, tintas, explosivos) e agrícola (fertilizantes); Gráfico NO3-Cl: poluição por nitratos; Gráfico Br-Cl: contaminação pela indústria da cerâmica e do vidro, e por insecticidas; Gráfico Br-SO4: contaminação por fungicida, vidro, cerâmica, celulose, detergentes, têxteis, tintas</p>
53	Casal de Areia ⁽²⁾	<p>Gráfico CE-K: contaminação por efluentes industriais (vidro, cerâmica, explosivos, fertilizantes, lentes, sabões); Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos; alimentar); Gráfico CE-Br: contaminação por corantes na indústria de cerâmica e de vidro, insecticidas, fabrico de prismas ópticos, combustíveis para motores, películas de fotografias, purificação de águas, desinfectantes, produtos de pulverização; Gráfico CE-PO4: [PO₄³⁻] < 1 mg/l, água doce; Gráfico Na-Cl: água doce sujeita a contaminação industrial; Gráfico Na-Ca: água doce sujeita a contaminação industrial (vidros, cerâmica, metalurgia, borracha, têxteis, baterias, sabão, papel, detergentes, fotografia, tratamento de águas) [concentração em ião sódio (Na⁺) superior à do ião cálcio (Ca²⁺)]; Gráfico K-Cl: contaminação industrial (vidros, cerâmica, metalurgia, detergentes, borracha, têxteis, tintas, explosivos) e agrícola (fertilizantes); Gráfico Br-Cl: contaminação pela indústria da cerâmica e do vidro, e por insecticidas; Gráfico Br-SO4: contaminação por vidro, cerâmica, celulose, detergentes, têxteis, tintas</p>

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite
40b	vala	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
49	vala	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.
50	rio	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
51	rio	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
52	vala	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.
53	vala	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄ ·2H ₂ O			NaCl		Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH
		gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	hidroxiapatite
40b	vala	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
49	vala	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
50	rio	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
51	rio	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.
52	vala	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
53	vala	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.

Amostra	Tipo captação	
		KCl
		silvite
40b	vala	Sol. Subs.
49	vala	Sol. Subs.
50	rio	Sol. Subs.
51	rio	Sol. Subs.
52	vala	Sol. Subs.
53	vala	Sol. Subs.

Símbolo	Li	Al	Sc	Ti	V	Cr	Mn
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
53	0,004	0,057	0,002	0,0016	0,0078	0,0016	0,0035
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água de rio	entre água da chuva e água de rio	água de rio	água de rio	superior à água de chuva poluída	superior à água de rio	água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)

Símbolo	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
53	0,00153	0,0033	0,0016	0,114	0,00009	0,00007	0,00418
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água de rio	superior à água do mar	entre água da chuva e água de rio	superior à água de chuva poluída	água de rio	entre água do mar e água de rio	água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (WHO)

Símbolo	Se	Rb	Y	Zr	Nb	Mo	Cd
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
53	0,011	0,028	0,000563	0,00294	0,000005	0,0126	0,00009
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior a água da chuva	entre água de rio e água do mar	água de rio	superior à água de rio	inferior à água do mar	água do mar	entre água da chuva e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	superior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)	superior ao limite para consumo humano (Portugal)

Símbolo	In	Sb	I	Cs	Ba	La	Ce
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
53	0,000002	0,00175	0,078	0,000361	> 0,4	0,000094	0,000146
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água do mar e água de rio	superior à água do mar	água de rio	superior à água do mar	superior à água de rio	água de rio	água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)	sem informação	superior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação

Símbolo	Pr	Nd	Sm	Gd	Tb	Dy	Ho
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
53	0,000024	0,000085	0,000027	0,000031	0,000005	0,000064	0,000026
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	superior à água de rio	água de rio	água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação

Símbolo	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
53	0,000139	0,00003	0,000316	0,000068	0,000054	0,000002	0,00136
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio	água do mar	superior à água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (US EPA)	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)

Símbolo	Re	Tl	Pb	Th	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
53	0,000023	0,00009	0,00906	0,000012	0,0158
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio	entre água do mar e água da chuva	superior à água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (US EPA)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (França)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)

Qualidade da água para consumo humano através dos parâmetros químicos analisados (a cruz assinala o parâmetro acima do valor permitido por lei; espaço pintado a cor cinzenta significa parâmetro não analisado)																			
Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	F ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Sb	As	Br ⁻	Cd	Cr	Cu	Pb	Hg	Ni	Se	Al	Ca ²⁺	Cl ⁻	CE
40b	Casal de Areia ⁽²⁾	vala	X																
49	Casal de Areia ⁽²⁾	vala	X					X											
50	Casal de Areia ⁽²⁾	rio		X				X											
51	Casal de Areia ⁽²⁾	rio		X															
52	Casal de Areia ⁽²⁾	vala	X																
53	Casal de Areia ⁽²⁾	vala						X	X						X				
Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Na ⁺	PO ₄ ³⁻	K ⁺	Be	Ba	Bi	Co	S	Sn	Sr	P	I	Li	Mo	Nb	Ag	Tl
40b	Casal de Areia ⁽²⁾	vala																	
49	Casal de Areia ⁽²⁾	vala			X														
50	Casal de Areia ⁽²⁾	vala																	
51	Casal de Areia ⁽²⁾	vala			X														
52	Casal de Areia ⁽²⁾	vala			X														
53	Casal de Areia ⁽²⁾	vala					X												
Amostra	Qualidade da água para rega através da Classificação SAR																		
40b	C2-S1																		
49	C1-S1																		
50	C2-S1																		
51	C2-S1																		
52	C2-S1																		
53	C1-S1																		

5.1.1.4 – Interpretação de Novembro/2011

No mês de Novembro analisaram-se quatro amostras de água da chuva.

A interpretação dos resultados encontra-se no **quadro 5.VIII**.

Quadro 5.VIII – Interpretação dos resultados das amostras de águas de chuva analisadas em Novembro de 2011 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

Amostra	Número dos quadrantes onde estão projectados os pontos no Diagrama Piper	Tipos hidroquímicos	Interpretação final tendo em atenção o resultado do Diagrama Stiff Modificado
54	9, 4, 8	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água mista
55	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista
56	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista
57	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
54	Alfeizeirão	chuva	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	0,30	Não existem trocas
			$r\text{HCO}_3^-$	0,15	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,61	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,00	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,85	Água continental
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	1,08	Água continental
			I.T.B.	-0,07	Não existem trocas
55	Cela	chuva	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	0,22	Não existem trocas
			$r\text{HCO}_3^-$	0,15	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,46	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,59	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,83	Água continental
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,65	Água continental
			I.T.B.	-0,27	Não existem trocas
56	Montes	chuva	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	0,37	Não existem trocas
			$r\text{HCO}_3^-$	0,21	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,33	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,00	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,86	Água continental
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,58	Água continental
			I.T.B.	0,37	Não existem trocas

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
57	Maiorga	chuva	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	0,22	Não existem trocas
			$r\text{HCO}_3^-$	0,15	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,43	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,69	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,87	Água continental
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,74	Água continental
			I.T.B.	-0,50	Não existem trocas

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO_4	CaCO_3	CaCO_3		$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	CaF_2
		anidrite	aragonite	calcite	$\text{CO}_2(\text{g})$	dolomite	fluorite
54	chuva	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
55	chuva	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
56	chuva	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
57	chuva	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$			NaCl		$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$
		gesso	$\text{H}_2(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	Halite	$\text{O}_2(\text{g})$	hidroxiapatite
54	chuva	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
55	chuva	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
56	chuva	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
57	chuva	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	

Amostra	Tipo captação	KCl
		silvite
54	chuva	
55	chuva	Sol. Subs.
56	chuva	
57	chuva	Sol. Subs.

Amostra	Interpretação das razões isotópicas de $^2\text{H}/^1\text{H}$ e de $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$
54	Água de chuva local
56	Água de chuva local
57	Água de chuva local

Qualidade da água para consumo humano através dos parâmetros químicos analisados (a cruz assinala o parâmetro acima do valor permitido por lei; espaço pintado a cor cinzenta significa parâmetro não analisado)																										
Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	F ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Sb	As	Br ⁻	Cd	Cr	Cu	Pb	Hg	Ni	Se	Al	Ca ²⁺	Cl ⁻	CE	DT	pH	Fe	Mg ²⁺	Mn	SO ₄ ²⁻	
54	Alfeizeirão	chuva																								
55	Cela	chuva																								
56	Montes	chuva																								
57	Maiorga	chuva																								

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Na ⁺	PO ₄ ³⁻	K ⁺	Be	Ba	Bi	Co	S	Sn	Sr	P	I	Li	Mo	Nb	Ag	Tl	Te	Th	U	W	V	Zn
54	Alfeizeirão	chuva																							
55	Cela	chuva																							
56	Montes	chuva																							
57	Maiorga	chuva																							

Amostra	Qualidade da água para rega através da Classificação SAR
54	C2-S1
55	C2-S1
56	C2-S1
57	C2-S1

5.1.2 – Interpretação dos recursos hídricos superficiais – 2012

O **quadro 4.VII** do «capítulo 4 – Apresentação dos dados» apresenta as oito amostras de águas superficiais recolhidas em diferentes meses. No mesmo capítulo, a **figura 4.2** ilustra a localização dessa amostragem.

5.1.2.1 – Interpretação de Fevereiro/2012

No mês de Fevereiro de 2012 analisaram-se duas águas superficiais localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste.

a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

A interpretação dos resultados encontra-se no **quadro 5.IX**.

Quadro 5.IX – Interpretação dos resultados das amostras de águas superficiais analisadas em Fevereiro de 2012 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

Amostra	Número dos quadrantes onde estão projectados os pontos no Diagrama Piper	Tipos hidroquímicos	Interpretação final tendo em atenção o resultado do Diagrama Stiff Modificado
62	9, 4, 8	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água mista
63	9, 4, 7	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água cloretada mista

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
62	Paúl da Cela ⁽¹⁾	canal de rega	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	9,82	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	4,59	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,97	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,03	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,89	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,18	Água continental em contacto com o diapiro
			I.T.B.	0,09	Água sujeita a fenómenos de fixação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas em troca dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
63	Paúl da Cela ⁽¹⁾	vala	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	8,10	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	3,69	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	1,47	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,05	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,86	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,11	Água continental
			I.T.B.	0,14	Água sujeita a fenómenos de fixação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas em troca dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
62	Paúl da Cela ⁽¹⁾	Gráfico CE-Mg: $[Mg^{2+}] > 50$ mg/l, água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por fertilizantes; Gráfico Na-Cl: água doce; Gráfico NO3-Cl: poluição por nitratos
63	Paúl da Cela ⁽¹⁾	Gráfico CE-PO4: $[PO_4^{3-}] > 1$ mg/l contaminação por escorrência de terras agrícolas fertilizadas; Gráfico Na-Cl: água doce; Gráfico Na-Ca: água doce sujeita a contaminação agrícola, detergentes, borracha, aditivo gasolina

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite
62	canal de rega	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	
63	vala	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄ .2H ₂ O			NaCl		Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH
		gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	hidroxiapatite
62	canal de rega	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
63	vala	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.

Amostra	Tipo captação	KCl
		silvite
62	canal de rega	Sol. Subs.
63	vala	Sol. Subs.

Símbolo	Mn	Fe	Cu	Sr	Ba	P	S
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES
62	0,00004	0,00001	0,002	0,22	0,03	0,22	12
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	inferior à água do mar	inferior à água do mar	entre água da chuva e água de rio	água de rio	água de rio	superior à água do mar	superior à água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)

Símbolo	Mn	Fe	Cu	Sr	Ba	P	S
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES
63	0,00002	0,00002	0,004	0,31	0,04	0,11	11
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	inferior à água do mar	inferior à água do mar	superior à água de rio	água de rio	água de rio	superior à água do mar	superior à água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)

Amostra	Interpretação das razões isotópicas de $^2\text{H}/^1\text{H}$ e de $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$
63	Água de mistura sujeita a evaporação

Qualidade da água para consumo humano através dos parâmetros químicos analisados (a cruz assinala o parâmetro acima do valor permitido por lei; espaço pintado a cor cinzenta significa parâmetro não analisado)																			
Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	F ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Sb	As	Br ⁻	Cd	Cr	Cu	Pb	Hg	Ni	Se	Al	Ca ²⁺	Cl ⁻	CE
62	Paúl da Cela ⁽¹⁾	canal de rega																	
63	Paúl da Cela ⁽¹⁾	vala																	
Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Na ⁺	PO ₄ ³⁻	K ⁺	Be	Ba	Bi	Co	S	Sn	Sr	P	I	Li	Mo	Nb	Ag	Tl
62	Paúl da Cela ⁽¹⁾	canal de rega																	
63	Paúl da Cela ⁽¹⁾	vala																	

Amostra	Qualidade da água para rega através da Classificação SAR
62	C3-S1
63	C3-S1

5.1.2.2 – Interpretação de Março/2012

No mês de Março de 2012 analisaram-se duas águas superficiais localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste.

a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

A interpretação dos resultados encontra-se no **quadro 5.X**.

Quadro 5.X – Interpretação dos resultados das amostras de águas superficiais analisadas em Março de 2012 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

Amostra	Número dos quadrantes onde estão projectados os pontos no Diagrama Piper	Tipos hidroquímicos	Interpretação final tendo em atenção o resultado do Diagrama Stiff Modificado
36b	9, 4, 7	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água cloretada mista
38b	9, 4, 8	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água mista

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
36b	Valado dos Frades ⁽¹⁾	vaia	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	2,38	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	0,64	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	2,52	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,09	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,86	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,53	Água continental
			I.T.B.	-2,68	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
38b	Valado dos Frades ⁽¹⁾	rio	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	4,24	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	1,82	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,74	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,14	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,86	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,94	Água continental
			I.T.B.	-4,95	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
36b	Valado dos Frades ⁽¹⁾	Gráfico CE-HCO₃ : [HCO ₃ ⁻] < 50 mg/l, captação muito próxima das areias de dunas; Gráfico Na-Cl : mesma origem, água doce; Gráfico NO₃-Cl : poluição por nitratos
38b	Valado dos Frades ⁽¹⁾	Gráfico CE-Ca : água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos, alimentar); Gráfico Na-Cl : água doce; Gráfico NO₃-Cl : poluição por nitratos; Gráfico Na-Cl : água doce

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite
36b	vala	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
38b	rio	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄ .2H ₂ O			NaCl		KCl
		gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	silvite
36b	vala	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
38b	rio	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.

Qualidade da água para consumo humano através dos parâmetros químicos analisados (a cruz assinala o parâmetro acima do valor permitido por lei; espaço pintado a cor cinzenta significa parâmetro não analisado)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	F ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Sb	As	Br ⁻	Cd	Cr	Cu	Pb	Hg	Ni	Se	Al	Ca ²⁺	Cl ⁻	CE	DT	pH	Fe	Mg ²⁺	Mn	SO ₄ ²⁻
36b	Valado dos Frades ⁽¹⁾	vala																							
38b	Valado dos Frades ⁽¹⁾	rio																							

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Na ⁺	PO ₄ ³⁻	K ⁺	Be	Ba	Bi	Co	S	Sn	Sr	P	I	Li	Mo	Nb	Ag	Ti	Te	Tn	U	W	V	Zn
36b	Valado dos Frades ⁽¹⁾	vala																							
38b	Valado dos Frades ⁽¹⁾	rio																							

Amostra	Qualidade da água para rega através da Classificação SAR
36b	C2-S1
38b	C3-S1

5.1.2.3 – Interpretação de Julho/2012

No mês de Julho de 2012 analisaram-se duas águas superficiais localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste e uma na massa de água das Caldas da Rainha.

a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

A interpretação dos resultados encontra-se no **quadro 5.XI**.

Quadro 5.XI – Interpretação dos resultados das amostras de águas superficiais analisadas em Julho de 2012 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

Amostra	Número dos quadrantes onde estão projectados os pontos no Diagrama Piper	Tipos hidroquímicos	Interpretação final tendo em atenção o resultado do Diagrama Stiff Modificado
25b	11, 3, 6	Água bicarbonatada sódica	Água bicarbonatada sódica
71	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
25b	Fervença ⁽¹⁾	rio	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	1,88	Existe troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	4,26	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,89	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,02	Água do mar
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,62	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,07	Água continental
			I.T.B.	-0,52	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
71	Fervença ⁽¹⁾	vala	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	6,52	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	4,50	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,68	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,03	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,85	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,09	Água continental
			I.T.B.	0,22	Água sujeita a fenómenos de fixação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas em troca dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
25b	Fervença ⁽¹⁾	Gráfico Na-Cl: água doce; Gráfico Na-Ca: água doce sujeita a contaminação agrícola [concentração em ião sódio (Na^+) superior à do ião cálcio (Ca^{2+})]; Gráfico NO3-Cl: poluição por nitratos; Gráfico CE-NO2: contaminação pelas indústrias química, farmacêutica, pigmentação e estamperia têxtil, metalúrgica, de construção (como anticorrosivo para ferro e aço) e alimentar
71	Fervença ⁽¹⁾	Gráfico CE-Ca: água doce normal influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos, alimentar); Gráfico Na-Cl: água doce; Gráfico NO3-Cl: poluição por nitratos

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO_4	CaCO_3	CaCO_3		$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	CaF_2
		anidrite	aragonite	calcite	$\text{CO}_2(\text{g})$	dolomite	fluorite
25b	rio	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Equil.	Sol. Subs.	Sol. Equil.	Sol. Subs.
71	vala	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.
		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$			NaCl		KCl
		gesso	$\text{H}_2(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	Halite	$\text{O}_2(\text{g})$	silvite
25b	rio	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
71	vala	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.

Símbolo	Mn	Sr	Ba	P	S
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES
71	0,00003	0,16	0,03	0,09	5
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	inferior à água do mar	água de rio	água de rio	superior à água do mar	superior à água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)

Amostra	Interpretação das razões isotópicas de $^2\text{H}/^1\text{H}$ e de $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$
25b	Água doce provavelmente a iniciar o fenómeno de intrusão salina
71	Água doce provavelmente a iniciar o fenómeno de intrusão salina

[illegible]

Amostra	Qualidade da água para rega através da Classificação SAR
25b	C3-S1
71	C3-S1

b) Massa de água das Caldas da Rainha-Nazaré

A interpretação dos resultados encontra-se no **quadro 5.XII**.

Quadro 5.XII – Interpretação dos resultados da amostra de água superficial analisada em Julho de 2012 da massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
66	Casal de Areia ⁽²⁾	lagoa	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	1,28	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	0,44	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	3,79	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,07	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,78	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,00	Indefinido
			I.T.B.	0,03	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
66	Casal de Areia ⁽²⁾	Gráfico CE-HCO3: $[\text{HCO}_3^-] < 50 \text{ mg/l}$, captação em formação do Plio-Plistocénico (alternância de areias e bancadas finas de calcário margoso); Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos); Gráfico CE-NO2: contaminação pelas indústrias química, farmacêutica, pigmentação e estamperia têxtil, metalúrgica, de construção como anticorrosivo para ferro e aço, e alimentar; Gráfico Na-Cl: água doce; Gráfico Na-Ca: água doce sujeita a contaminação agrícola [concentração em ião sódio (Na^+) superior à do ião cálcio (Ca^{2+})]

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO_4	CaCO_3	CaCO_3		$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	CaF_2
		anidrite	aragonite	calcite	$\text{CO}_2(\text{g})$	dolomite	fluorite
66	lagoa		Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$			NaCl		KCl
		gesso	$\text{H}_2(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	Halite	$\text{O}_2(\text{g})$	silvite
66	lagoa		Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.

Símbolo	Zn	Sr	Ba	S
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES
66	0,006	0,1	0,07	15
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água da chuva	água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)

Amostra	Interpretação das razões isotópicas de $^2\text{H}/^1\text{H}$ e de $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$
66	Água de mistura sujeita a evaporação

Qualidade da água para consumo humano através dos parâmetros químicos analisados (a cruz assinala o parâmetro acima do valor permitido por lei; espaço pintado a cor cinzenta significa parâmetro não analisado)																									
Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	F ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Sb	As	Br ⁻	Cd	Cr ^r	Cu	Pb	Hg	Ni	Se	Al	Ca ²⁺	Cl ⁻	CE	DT	pH	Fe	Mg ²⁺	Mn	SO ₄ ²⁻
66	Casal de Areia ⁽²⁾	lagoa			X																X				
Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Na ⁺	PO ₄ ³⁻	K ⁺	Be	Ba	Bi	Co	S	Sn	Sr	P	I	Li	Mo	Nb	Ag	Tl	Te	Th	U	W	V	Zn
66	Casal de Areia ⁽²⁾	lagoa																							

Amostra	Qualidade da água para rega através da Classificação SAR
66	C2-S1

5.1.2.4 – Interpretação de Novembro/2012

No mês de Novembro de 2012 analisou-se uma água superficial localizada na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste.

a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

A interpretação dos resultados encontra-se no **quadro 5.XIII**.

Quadro 5.XIII – Interpretação dos resultados das amostras de águas superficiais analisadas em Novembro de 2012 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

Amostra	Número dos quadrantes onde estão projectados os pontos no Diagrama Piper	Tipos hidroquímicos	Interpretação final tendo em atenção o resultado do Diagrama Stiff Modificado
80	9, 4, 7	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água cloretada mista

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
80	Paúl da Cela ⁽¹⁾	lagoa	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	15,78	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	5,64	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	2,65	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,03	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,85	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,35	Água continental
			I.T.B.	0,25	Água sujeita a fenómenos de fixação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas em troca dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
80	Paúl da Cela ⁽¹⁾	<p>Gráfico CE-Cl: contaminação pelas actividades antrópicas (rega, pesticidas); Gráfico CE-Na: $[\text{Na}^+] > 200 \text{ mg/l}$, sujeita às formações geológicas por onde a água circulou e ao despejo de águas excedentes da agricultura; Gráfico CE-K: $20 \text{ mg/l} < [\text{K}^+] < 30 \text{ mg/l}$ e $\text{CE} < 2000 \mu\text{S/cm}$, contaminação por fertilizantes; Gráfico CE-Mg: $[\text{Mg}^{2+}] > 50 \text{ mg/l}$, água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por fertilizantes; Gráfico CE-F: $1 \text{ mg/l} < [\text{F}^-] < 6 \text{ mg/l}$, água influenciada pela geologia e/ou por fertilizantes; Gráfico Na-Cl: mistura por contaminação agrícola; Gráfico Na-Ca: água doce sujeita a contaminação agrícola [concentração em ião sódio (Na^+) superior à do ião cálcio (Ca^{2+})]; Gráfico NO3-Cl: poluição por nitratos; Gráfico Br-SO4: presença de fungicidas</p>

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite
80	lagoa	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.
		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄ .2H ₂ O			NaCl		KCl
		gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	silvite
80	lagoa	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.

Qualidade da água para consumo humano através dos parâmetros químicos analisados (a cruz assinala o parâmetro acima do valor permitido por lei; espaço pintado a cor cinzenta significa parâmetro não analisado)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	F ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Sb	As	Br ⁻	Cd	Cr	Cu	Pb	Hg	Ni	Se	Al	Ca ²⁺	Cl ⁻	CE	DT	pH	Fe	Mg ²⁺	Mn	SO ₄ ²⁻
80	Paúl da Cela ⁽¹⁾	lagoa	X															X					X		

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Na ⁺	PO ₄ ³⁻	K ⁺	Be	Ba	Bi	Co	S	Sn	Sr	P	I	Li	Mo	Nb	Ag	Tl	Te	Th	U	W	V	Zn
80	Paúl da Cela ⁽¹⁾	lagoa			X																				

Amostra	Qualidade da água para rega através da Classificação SAR											
80	C3-S1											

5.1.3 – Interpretação dos recursos hídricos superficiais – 2013

O **quadro 4.XII** do «capítulo 4 – Apresentação dos dados» apresenta as oito amostras de águas superficiais recolhidas em diferentes meses. No mesmo capítulo, a **figura 4.3** ilustra a localização dessa amostragem.

5.1.3.1 – Interpretação de Fevereiro/2013

No mês de Fevereiro de 2013 analisaram-se oito águas superficiais localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste.

a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

A interpretação dos resultados encontra-se no **quadro 5.XIV**.

Quadro 5.XIV – Interpretação dos resultados das amostras de águas superficiais analisadas em Fevereiro de 2013 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

Amostra	Número dos quadrantes onde estão projectados os pontos no Diagrama Piper	Tipos hidroquímicos	Interpretação final tendo em atenção o resultado do Diagrama Stiff Modificado
87	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista
88	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista
89	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista
90	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista
38c	9, 4, 8	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água mista
39b	9, 4, 8	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água mista
91	9, 4, 8	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água mista
92	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
87	Casal de Areia ⁽¹⁾	rio Cós	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	7,71	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	3,71	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,28	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,13	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,87	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,11	Água continental
			I.T.B.	-0,16	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
88	Casal de Areia ⁽¹⁾	rio Areia	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	5,82	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	2,50	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,54	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,11	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,87	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,68	Água continental
			I.T.B.	0,02	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
89	Maiorga ⁽¹⁾	rio de S. Vicente	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	9,88	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	6,54	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,37	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,22	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,84	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,33	Água continental
			I.T.B.	-0,10	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
90	Fervença ⁽¹⁾	rio de Alcobaça	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	13,52	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	4,32	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,28	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,07	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,93	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina e/ou do mineral halite
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,57	Água continental
			I.T.B.	0,09	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
38c	Valado dos Frades ⁽¹⁾	rio Areia	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	5,53	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	2,46	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,59	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,13	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,84	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,88	Água continental
			I.T.B.	-3,79	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
39b	Valado dos Frades ⁽¹⁾	rio de Águas Belas	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	3,15	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	1,32	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	1,32	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,37	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,83	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,50	Água continental
			I.T.B.	-11,40	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
91	Valado dos Frades ⁽¹⁾	rio do Meio	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	7,74	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	3,73	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	1,09	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,12	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,86	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,10	Água continental
			I.T.B.	0,28	Água sujeita a fenómenos de fixação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas em troca dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
92	Valado dos Frades ⁽¹⁾	rio Alcobaça	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	9,48	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	4,16	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,19	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,07	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,91	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina e/ou do mineral halite
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	1,02	Água continental
			I.T.B.	-0,36	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
87	Casal de Areia ⁽¹⁾	Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por fertilizantes; Gráfico CE-F: $10 \text{ mg/l} < [\text{F}^-] < 22 \text{ mg/l}$, contaminação por efluentes de indústria de vidro, metais, plásticos, fertilizantes, águas residuais ETAR; Gráfico Na-Cl: água doce
88	Casal de Areia ⁽¹⁾	Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por fertilizantes; Gráfico CE-F: $1 \text{ mg/l} < [\text{F}^-] < 10 \text{ mg/l}$, contaminação por fertilizantes, águas residuais da ETAR, vidro, metais, plásticos; Gráfico Na-Cl: água doce
89	Maiorga ⁽¹⁾	Gráfico CE-HCO3: $[\text{HCO}_3^-] > 350 \text{ mg/l}$, captação localizada na formação do Jurássico superior indiferenciado (J^{3-4}) (calcários mais ou menos margosos); Gráfico CE-K: $20 \text{ mg/l} < [\text{K}^+] < 30 \text{ mg/l}$ e $\text{CE} < 2000 \mu\text{S/cm}$, contaminação por fertilizantes; Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos, alimentar); Gráfico CE-Mg: $[\text{Mg}^{2+}] > 50 \text{ mg/l}$, água doce sujeita a lixiviação de evaporitos e/ou a contaminação por efluentes de indústria cerâmica e têxtil (corante); Gráfico CE-F: $10 \text{ mg/l} < [\text{F}^-] < 22 \text{ mg/l}$, contaminação por efluentes de indústria de vidro, metais, plásticos, fertilizantes, águas residuais da ETAR; Gráfico CE-NO2: contaminação pelas indústrias química, farmacêutica, pigmentação e estamparia têxtil, metalúrgica, de construção (como anticorrosivo para ferro e aço), e alimentar; Gráfico Na-Cl: água doce; Gráfico CE-K: contaminação por fertilizantes, têxteis, tintas; Gráfico NO3-Cl: poluição por nitratos

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
90	Fervença ⁽¹⁾	Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos, alimentar); Gráfico CE-Mg: $[Mg^{2+}] > 50 \text{ mg/l}$, água doce sujeita a lixiviação de evaporitos e/ou a contaminação de efluentes de indústria cerâmica, têxtil (corante), metalúrgica, fertilizantes, baterias, borracha, plásticos, papel; Gráfico CE-F: $10 \text{ mg/l} < [F^-] < 22 \text{ mg/l}$, contaminação por efluentes de indústria de vidro, metais, plásticos, fertilizantes, águas residuais da ETAR, águas termais; Gráfico NO3-Cl: poluição por nitratos
38c	Valado dos Frades ⁽¹⁾	Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos, alimentar); Gráfico Na-Cl: água doce
39b	Valado dos Frades ⁽¹⁾	Gráfico CE-K: $20 \text{ mg/l} < [K^+] < 30 \text{ mg/l}$ e $CE < 2000 \mu\text{S/cm}$, contaminação por fertilizantes; Gráfico CE-F: $[F^-] > 10 \text{ mg/l}$, contaminação por fertilizantes e/ou por efluentes de suinicultura (ração); Gráfico Na-Cl: mesma origem, água doce; Gráfico NO3-Cl: poluição por nitratos
91	Valado dos Frades ⁽¹⁾	Gráfico CE-K: efluentes industriais (vidro, cerâmica, explosivos, fertilizantes, lentes, sabões); Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos, alimentar); Gráfico CE-F: $10 \text{ mg/l} < [F^-] < 22 \text{ mg/l}$, contaminação por fertilizantes; Gráfico Na-Cl: água doce; Gráfico K-Cl: contaminação industrial (vidros, cerâmica, metalurgia, detergentes, borracha, têxteis, tintas, explosivos), e agrícola (fertilizantes); Gráfico NO3-Cl: poluição por nitratos
92	Valado dos Frades ⁽¹⁾	Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos, alimentar); Gráfico CE-Mg: $[Mg^{2+}] > 50 \text{ mg/l}$, água doce sujeita a lixiviação de evaporitos e/ou a contaminação por efluentes de indústria cerâmica, têxtil (corante), metalúrgica, fertilizantes, baterias, borracha, plásticos, papel; Gráfico CE-F: $10 \text{ mg/l} < [F^-] < 22 \text{ mg/l}$, contaminação por efluentes de indústria de vidro, metais, plásticos, fertilizantes, têxtil; Gráfico Na-Cl: água doce; Gráfico NO3-Cl: poluição por nitratos

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite
87	rio Cós	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Sobres.
88	rio Areia	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Equil.
89	rio de S. Vicente	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Sobres.
90	rio de Alcobaça	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Sobres.
38c	rio Areia	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.
39b	rio de Águas Belas	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.
91	rio do Meio	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Sobres.
92	rio Alcobaça	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Sobres.

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄ .2H ₂ O			NaCl		KCl
		gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	silvite
87	rio Cós	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
88	rio Areia	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
89	rio de S. Vicente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
90	rio de Alcobaça	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
38c	rio Areia	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
39b	rio de Águas Belas	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
91	rio do Meio	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
92	rio Alcobaça	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.

Qualidade da água para consumo humano através dos parâmetros químicos analisados (a cruz assinala o parâmetro acima do valor permitido por lei; espaço pintado a cor cinzenta significa parâmetro não analisado)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	F ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Sb	As	Br ⁻	Cd	Cr	Cu	Pb	Hg	Ni	Se	Al	Ca ²⁺	Cl ⁻	CE	DT	pH	Fe	Mg ²⁺	Mn	SO ₄ ²⁻
87	Casal de Areia ⁽¹⁾	rio Cós	X																						
88	Casal de Areia ⁽¹⁾	rio Areia	X																						
89	Maiorga ⁽¹⁾	rio de S. Vicente	X		X																		X		
90	Fervença ⁽¹⁾	rio de Alcobaça	X																				X		
38c	Valado dos Frades ⁽¹⁾	rio Areia																							
39b	Valado dos Frades ⁽¹⁾	rio de Águas Belas	X																						
91	Valado dos Frades ⁽¹⁾	rio do Meio	X																						
92	Valado dos Frades ⁽¹⁾	rio Alcobaça	X	X																			X		

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Na ⁺	PO ₄ ³⁻	K ⁺	Be	Ba	Bi	Co	S	Sn	Sr	P	I	Li	Mo	Nb	Ag	Tl	Te	Th	U	W	V	Zn
87	Casal de Areia ⁽¹⁾	rio Cós																							
88	Casal de Areia ⁽¹⁾	rio Areia																							
89	Maiorga ⁽¹⁾	rio de S. Vicente			X																				
90	Fervença ⁽¹⁾	rio de Alcobaça																							
38c	Valado dos Frades ⁽¹⁾	rio Areia																							
39b	Valado dos Frades ⁽¹⁾	rio de Águas Belas			X																				
91	Valado dos Frades ⁽¹⁾	rio do Meio			X																				
92	Valado dos Frades ⁽¹⁾	rio Alcobaça																							

Amostra	Qualidade da água para rega através da Classificação SAR
87	C2-S1
88	C2-S1
89	C3-S1
90	C2-S1
38c	C2-S1
39b	C2-S1
91	C3-S1
92	C2-S1

5.2 – Interpretação dos recursos hídricos subterrâneos analisados

Analisaram-se 42 amostras de água subterrâneas no ano de 2011 e 51 amostras de água subterrâneas no ano de 2012.

5.2.1 – Interpretação dos recursos hídricos subterrâneos – 2011

O **quadro 4.XIV** do «capítulo 4 – Apresentação dos dados» apresenta as oito amostras de águas superficiais recolhidas em diferentes meses. No mesmo capítulo, a **figura 4.4** ilustra a localização dessa amostragem.

5.2.1.1 – Interpretação de Março/2011

No mês de Fevereiro de 2011 analisaram-se 22 águas subterrâneas, sendo dez localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste, oito na massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré e quatro na massa de água de Alpedriz.

a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

A interpretação dos resultados encontra-se no **quadro 5.XV**.

Quadro 5.XV – Interpretação dos resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Março de 2011 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste⁽¹⁾

Amostra	Número dos quadrantes onde estão projectados os pontos no Diagrama Piper	Tipos hidroquímicos	Interpretação final tendo em atenção o resultado do Diagrama Stiff Modificado
1	9(12), 4 (3), 7	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica a água cloretada e/ou sulfatada sódica	Água cloretada mista
2	12, 3, 7	Água cloretada e/ou sulfatada sódica	Água cloretada sódica
3	12, 3, 7	Água cloretada e/ou sulfatada sódica	Água cloretada sódica
4	12, 3, 7	Água cloretada e/ou sulfatada sódica	Água cloretada sódica
5	12, 3, 7	Água cloretada e/ou sulfatada sódica	Água cloretada sódica

Amostra	Número dos quadrantes onde estão projectados os pontos no Diagrama Piper	Tipos hidroquímicos	Interpretação final tendo em atenção o resultado do Diagrama Stiff Modificado
6	12, 3, 7	Água cloretada e/ou sulfatada sódica	Água cloretada sódica
7	12, 3, 7	Água cloretada e/ou sulfatada sódica	Água cloretada sódica
10	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista
14	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista
15	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
1	Nasce Água ⁽¹⁾	Furo	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	0,75	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	0,54	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	1,93	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,15	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,88	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,18	Água continental em contacto com o diapiro
			I.T.B.	0,67	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice Hidrogeológico	Interpretação
3	Nasce Água ⁽¹⁾	Furo	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) < r\text{HCO}_3^-$	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	Água continental em contacto com o diapiro
			I.T.B.	Água sujeita a fenómenos de fixação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas em troca dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
4	Nasce Água ⁽¹⁾	Furo	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) < r\text{HCO}_3^-$	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	Água continental
			I.T.B.	Água sujeita a fenómenos de fixação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas em troca dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
5	Nasce Água ⁽¹⁾	Furo	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) < r\text{HCO}_3^-$	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina e/ou do mineral halite
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	Água continental
			I.T.B.	Água sujeita a fenómenos de fixação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas em troca dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
4	Nasce Água ⁽¹⁾	Furo	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	0,67	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	0,46	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	3,62	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,06	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,86	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,13	Água continental
			I.T.B.	0,12	Água sujeita a fenómenos de fixação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas em troca dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
5	Nasce Água ⁽¹⁾	Furo	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	1,07	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	0,64	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	2,59	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,09	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,91	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina e/ou do mineral halite
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,13	Água continental
			I.T.B.	0,15	Água sujeita a fenómenos de fixação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas em troca dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
6	Nasce Água ⁽¹⁾	Furo	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	0,91	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	0,48	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	2,77	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,09	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,90	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina e/ou do mineral de halite
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,15	Água continental
			I.T.B.	0,21	Água sujeita a fenómenos de fixação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas em troca dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
7	Nasce Água ⁽¹⁾	Furo	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	0,67	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	0,69	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	1,62	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,05	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,86	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,17	Água continental em contacto com o diapiro
			I.T.B.	0,16	Água sujeita a fenómenos de fixação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas em troca dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
10	Maiorga ⁽¹⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	8,68	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	4,33	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,70	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,18	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,85	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,42	Água continental
			I.T.B.	0,16	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
14	Casal de Areia ⁽¹⁾	nascente	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	1,80	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	2,99	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,51	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,11	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,66	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,44	Água continental
			I.T.B.	0,17	Água sujeita a fenómenos de fixação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas em troca dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
15	Casal de Areia ⁽¹⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	5,06	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	3,71	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,45	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,11	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,86	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,37	Água continental
			I.T.B.	0,05	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
1	Nasce Água ⁽¹⁾	Gráfico CE-Ca: $[Ca^{2+}] < 10$ mg/l; Gráfico CE-Mg: água doce, mesma origem, influenciada pela geologia; Gráfico Na-Cl: mesma origem, água doce; Gráfico Na-Ca: água doce sujeita à contaminação agrícola, detergentes, borracha, aditivo gasolina
2	Nasce Água ⁽¹⁾	Gráfico CE-Ca: $[Ca^{2+}] < 10$ mg/l; Gráfico CE-Mg: água doce, mesma origem, influenciada pela geologia; Gráfico Na-Cl: mesma origem, água doce; Gráfico Na-Ca: água doce sujeita à contaminação agrícola, detergentes, borracha, aditivo gasolina
3	Nasce Água ⁽¹⁾	Gráfico CE-Ca: $[Ca^{2+}] < 10$ mg/l; Gráfico CE-Mg: água doce, mesma origem, influenciada pela geologia; Gráfico Na-Cl: mesma origem, água doce; Gráfico Na-Ca: água doce sujeita à contaminação agrícola, detergentes, borracha, aditivo gasolina
4	Nasce Água ⁽¹⁾	Gráfico CE-Ca: $[Ca^{2+}] < 10$ mg/l; Gráfico CE-Mg: água doce, mesma origem, influenciada pela geologia; Gráfico Na-Cl: mesma origem, água doce; Gráfico Na-Ca: água doce sujeita à contaminação agrícola, detergentes, borracha, aditivo gasolina
5	Nasce Água ⁽¹⁾	Gráfico CE-Ca: $[Ca^{2+}] < 10$ mg/l; Gráfico CE-Mg: água doce, mesma origem, influenciada pela geologia; Gráfico Na-Cl: mesma origem, água doce; Gráfico Na-Ca: água doce sujeita à contaminação agrícola, detergentes, borracha, aditivo gasolina
6	Nasce Água ⁽¹⁾	Gráfico CE-HCO₃: $[HCO_3^-] < 50$ mg/l, captação muito próxima de areias de dunas; Gráfico CE-Ca: $[Ca^{2+}] < 10$ mg/l; Gráfico CE-Mg: água doce, mesma origem, influenciada pela geologia; Gráfico Na-Cl: mesma origem, água doce; Gráfico Na-Ca: água doce sujeita a contaminação agrícola, detergentes, borracha, aditivo gasolina
7	Nasce Água ⁽¹⁾	Gráfico CE-HCO₃: $[HCO_3^-] < 50$ mg/l, captação muito próxima de areias de dunas; Gráfico CE-Ca: $[Ca^{2+}] < 10$ mg/l; Gráfico CE-Mg: água doce, mesma origem, influenciada pela geologia; Gráfico Na-Cl: mesma origem, água doce; Gráfico Na-Ca: água doce sujeita a contaminação agrícola, detergentes, borracha, aditivo gasolina; Gráfico CE-Br: presença de insecticidas

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
10	Maiorga ⁽¹⁾	Gráfico CE-K: 20 mg/l < [K ⁺] < 30 mg/l e CE < 2000 µS/cm, contaminação por fertilizantes; Gráfico CE-Ca: [Ca ²⁺] < 10 mg/l; Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos, alimentar); Gráfico Na-Cl: água doce
14	Casal de Areia ⁽¹⁾	Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos, alimentar); Gráfico Na-Cl: água doce; Gráfico Na-Ca: água doce sujeita a contaminação agrícola [concentração em ião sódio (Na ⁺) superior à do ião cálcio (Ca ²⁺)]
15	Casal de Areia ⁽¹⁾	Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos, alimentar); Gráfico Na-Cl: água doce

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite
1	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
2	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
3	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
4	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
5	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
6	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
7	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
10	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
14	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
15	poço	Sol. Subs.	Sol. Equil.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄ .2H ₂ O			NaCl		KCl
		gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	silvite
1	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
2	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
3	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
4	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
5	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
6	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
7	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
10	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
14	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
15	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.

Símbolo	Li	Ti	V	Mn	Fe	Co	Ni
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
1		0,0006	0,0002	0,0003	0,02		0,0008
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998		água do mar	entre água da chuva e água de rio	entre água do mar e água da chuva poluída	entre água da chuva e água de rio		superior à água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos		sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)		inferior ao limite para consumo humano (Portugal)

Símbolo	Li	Ti	V	Mn	Fe	Co	Ni
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
10	0,15	0,0009	0,0005	0,349	0,03	0,00113	0,0012
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	próximo da água do mar	água do mar	entre água da chuva e água de rio	superior à água de rio	entre água da chuva e água de rio	superior à água de rio	superior à água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	superior ao limite para consumo humano (Rússia)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	superior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)

Símbolo	Cu	Zn	Ge	As	Se	Rb	Sr
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
1	0,0005	0,0107		0,0002	0,0005	0,00394	0,0371
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água da chuva	água de rio		entre água da chuva e água do mar	água da chuva	entre água de rio e água do mar	água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)		inferior ao limite para consumo humano (WHO)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)

Símbolo	Cu	Zn	Ge	As	Se	Rb	Sr
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
10		0,0039	0,00007	0,00074	0,0012	0,00547	0,191
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998		água do mar	água do mar	entre água da chuva e água do mar	superior à água da chuva	entre água de rio e água do mar	água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos		inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (WHO)	superior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)

Símbolo	Y	Zr	Nb	Mo	Cd	Sb	I
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
1	0,000043		0,000022		0,00002		
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água de rio		água de rio		água de rio		
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação		inferior ao limite para consumo humano (Rússia)		inferior ao limite para consumo humano (Portugal)		
Símbolo	Y	Zr	Nb	Mo	Cd	Sb	I
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
10	0,000115	0,00003	0,000007	0,0003	0,00004	0,00006	0,007
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água de rio	água do mar	água do mar	próximo de água de rio	água de rio	água de rio	água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)
Símbolo	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
1	0,000069	0,0203					0,000002
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água de rio e água do mar	água de rio					entre água do mar e água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)					sem informação
Símbolo	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
10	0,000052	0,243	0,000063	0,000106	0,000013	0,000054	0,000014
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água de rio e água do mar	superior à água de rio	entre água da chuva e água de rio	água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	superior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	sem informação

Símbolo	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Yb	Lu
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
1			0,000002			0,000003	
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998			próximo da água de rio			próximo da água de rio	
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos			sem informação			sem informação	
Símbolo	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Yb	Lu
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
10	0,000011	0,000002	0,000009	0,000003	0,00009	0,000018	0,000003
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	água do mar	entre água do mar e água de rio	superior à água de rio	água de rio	água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação

Símbolo	Ta	Re	Hg	Tl	Pb	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
1	0,000002		0,0005	0,000014	0,00008	0,000019
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água do mar		superior à água de rio	água do mar	entre água do mar e água da chuva	entre água da chuva e água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (US EPA)		inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (US EPA)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)
Símbolo	Ta	Re	Hg	Tl	Pb	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
10	0,000002	0,000007		0,000148	0,00005	0,00225
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água do mar	entre água do mar e água de rio		superior à água de rio	água da chuva	entre água de rio e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (US EPA)	sem informação		inferior ao limite para consumo humano (US EPA)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)

Amostra	Interpretação das razões isotópicas de $^2\text{H}/^1\text{H}$ e de $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$
1	Água doce sujeita ao fenómeno de dissolução de rochas evaporíticas
10	Água doce proveniente de um regime climático diferente do actual ou de alterações durante a infiltração até ao aquífero

Qualidade da água para consumo humano através dos parâmetros químicos analisados (a cruz assinala o parâmetro acima do valor permitido por lei; espaço pintado a cor cinzenta significa parâmetro não analisado)																										
Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	F ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Sb	As	Br ⁻	Cd	Cr	Cu	Pb	Hg	Ni	Se	Al	Ca ²⁺	Cl ⁻	CE	DT	pH	Fe	Mg ²⁺	Mn	SO ₄ ²⁻	
1	Nasce Água ⁽¹⁾	furo																			X					
2	Nasce Água ⁽¹⁾	nascente																			X					
3	Nasce Água ⁽¹⁾	furo																			X					
4	Nasce Água ⁽¹⁾	furo																			X					
5	Nasce Água ⁽¹⁾	furo																			X					
6	Nasce Água ⁽¹⁾	furo																			X					
7	Nasce Água ⁽¹⁾	furo																			X					
10	Maiorga ⁽¹⁾	poço													X									X		
14	Casal de Areia ⁽¹⁾	nascente																								
15	Casal de Areia ⁽¹⁾	poço																								
Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Na ⁺	PO ₄ ³⁻	K ⁺	Be	Ba	Bi	Co	S	Sn	Sr	P	I	Li	Mo	Nb	Ag	Tl	Te	Th	U	W	V	Zn	
1	Nasce Água ⁽¹⁾	furo																								
2	Nasce Água ⁽¹⁾	nascente																								
3	Nasce Água ⁽¹⁾	furo																								
4	Nasce Água ⁽¹⁾	furo																								
5	Nasce Água ⁽¹⁾	furo																								
6	Nasce Água ⁽¹⁾	furo																								
7	Nasce Água ⁽¹⁾	furo																								
10	Maiorga ⁽¹⁾	poço			X		X								X											
14	Casal de Areia ⁽¹⁾	nascente																								
15	Casal de Areia ⁽¹⁾	poço																								

Amostra	Qualidade da água para rega através da Classificação SAR
1	C1-S1
2	C1-S1
3	C1-S1
4	C1-S1
5	C1-S1
6	C1-S1
7	C1-S1
10	C3-S1
14	C2-S1
15	C2-S1

b) Massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré

A interpretação dos resultados encontra-se no **quadro 5.XVI**:

Quadro 5.XVI – Interpretação dos resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Março de 2011 da massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré

Amostra	Número dos quadrantes onde estão projectados os pontos no Diagrama Piper	Tipos hidroquímicos	Interpretação final tendo em atenção o resultado do Diagrama Stiff Modificado
8	9(10), 4(2), 8(6)	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica a água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água mista
9	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista
11	12, 3, 7	Água cloretada e/ou sulfatada sódica	Água cloretada sódica
12	9, 4, 8	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água mista
13	9, 4, 5	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água sulfatada mista
19	12, 3, 7	Água cloretada e/ou sulfatada sódica	Água cloretada sódica
20	10, 4, 7	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água cloretada mista
21	9, 4, 8	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água mista

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice Hidrogeológico	Interpretação
8	Valado dos Frades ⁽²⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) < r\text{HCO}_3^-$	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	Água continental
			I.T.B.	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
9	Valado dos Frades ⁽²⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) < r\text{HCO}_3^-$	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	Água continental
			I.T.B.	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
11	Maiorga ⁽²⁾	furo	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) < r\text{HCO}_3^-$	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	Água continental
			I.T.B.	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice Hidrogeológico	Interpretação
12	Maiorga ⁽²⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) < r\text{HCO}_3^-$	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	Água continental
			I.T.B.	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
13	Casal de Areia ⁽²⁾	furo	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) < r\text{HCO}_3^-$	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	Água do mar
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	Apresenta valor superior a uma água continental
			I.T.B.	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
19	Montes ⁽²⁾	nascente	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) < r\text{HCO}_3^-$	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	Água continental
			I.T.B.	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice Hidrogeológico	Interpretação
20	Montes ⁽²⁾	furo	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) < r\text{HCO}_3^-$	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	Água continental
			I.T.B.	Água sujeita a fenómenos de fixação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas em troca dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
21	Ferraria ⁽²⁾	nascente	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) < r\text{HCO}_3^-$	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	Água continental
			I.T.B.	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
8	Valado dos Frades ⁽²⁾	<p>Gráfico Cl-SO4: $[\text{SO}_4^{2-}] < 150 \text{ mg/l}$, água doce influenciada pela interacção água-rocha e pela contaminação por actividades humanas; Gráfico CE-HCO3: $[\text{HCO}_3^-] < 50 \text{ mg/l}$, captação localizada na formação do Plio-Plistocénico (alternância de areias e bancadas finas de calcário margoso); Gráfico CE-NO3: contaminação agrícola; Gráfico CE-K: $20 \text{ mg/l} < [\text{K}^+] < 30 \text{ mg/l}$ e $\text{CE} < 2000 \mu\text{S/cm}$, contaminação por fertilizantes; Gráfico CE-Mg: $[\text{Mg}^{2+}] > 50 \text{ mg/l}$, água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por fertilizantes; Gráfico Na-Cl: mesma origem, água doce; Gráfico NO3-Cl: poluição por nitratos; Gráfico Br-Cl: presença de insecticidas; Gráfico Br-SO4: presença de fungicidas</p>
9	Valado dos Frades ⁽²⁾	<p>Gráfico CE-NO3: contaminação agrícola; Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por fertilizantes; Gráfico Na-Cl: água doce; Gráfico NO3-Cl: poluição por nitratos</p>

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
11	Maiorga ⁽²⁾	Gráfico CE-HCO₃ : [HCO ₃ ⁻] < 50 mg/l, captação localizada na formação do Plio-Plistocénico (alternância de areias e bancadas finas de calcário margoso); Gráfico Na-Cl : água doce; Gráfico Na-Ca : água doce; contaminação agrícola [concentração em ião sódio (Na ⁺) superior à do ião cálcio (Ca ²⁺)]
12	Maiorga ⁽²⁾	Gráfico CE-Ca : água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos, alimentar); Gráfico Na-Cl : água doce
13	Casal de Areia ⁽²⁾	Gráfico CE-NO₃ : contaminação agrícola; Gráfico CE-K : contaminação pelas indústrias do vidro e da cerâmica; Gráfico CE-Ca : água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos); Gráfico CE-F : 10 mg/l < [F ⁻] < 22 mg/l, contaminação por efluentes da indústria do vidro; Gráfico Na-Cl : água doce; Gráfico K-Cl : contaminação industrial (vidros, cerâmica, metalurgia, detergentes, borracha, têxteis, tintas, explosivos) e agrícola (fertilizantes); Gráfico NO₃-Cl : poluição por nitratos
19	Montes ⁽²⁾	Gráfico CE-HCO₃ : [HCO ₃ ⁻] < 50 mg/l, captação localizada na formação do Plio-Plistocénico (alternância de areias e bancadas finas de calcário margoso); Gráfico Na-Cl : água doce; Gráfico Na-Ca : água doce sujeita a contaminação agrícola [maior concentração em ião sódio (Na ⁺) do que em ião cálcio (Ca ²⁺)]; Gráfico CE-Ca : [Ca ²⁺] < 10 mg/l; Gráfico Na-Cl : água doce; Gráfico Na-Ca : água doce sujeita a contaminação agrícola [concentração em ião sódio (Na ⁺) superior à do ião cálcio (Ca ²⁺)]
20	Montes ⁽²⁾	Gráfico CE-Ca : água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por fertilizantes; Gráfico Na-Cl : água doce; Gráfico NO₃-Cl : poluição por nitratos
21	Ferraria ⁽²⁾	Gráfico CE-HCO₃ : [HCO ₃ ⁻] < 50 mg/l, captação localizada na formação do Plio-Plistocénico (alternância de areias e bancadas finas de calcário margoso); Gráfico CE-Ca : água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por fertilizantes; Gráfico Na-Cl : água doce; Gráfico NO₃-Cl : poluição por nitratos

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite
8	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
9	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
11	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
12	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
13	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.
19	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
20	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
21	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄ .2H ₂ O			NaCl		KCl
		gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	silvite
8	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
9	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
11	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
12	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
13	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
19	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
20	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
21	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.

Símbolo	Li	Be	Al	Ti	V	Cr	Mn
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
8	0,006	0,0012	0,11	0,0007	0,0003		0,0954
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água de rio	superior à água de rio	água de rio	água do mar	entre água da chuva e água de rio		superior à água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)		superior ao limite para consumo humano (Portugal)
Símbolo	Li	Be	Al	Ti	V	Cr	Mn
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
12	0,003		0,006	0,0006	0,0007		0,589
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água de rio		entre água da chuva e água de rio	água do mar	entre água da chuva e água de rio		superior à água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)		inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)		superior ao limite para consumo humano (Portugal)

Símbolo	Li	Be	Al	Ti	V	Cr	Mn
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
21			0,005	0,0003	0,0002	0,0006	0,0002
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998			entre água da chuva e água de rio	água do mar	entre água da chuva e água de rio	próximo da água de rio	água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos			inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)

Símbolo	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
8		0,009	0,0018	0,0014	0,0089	0,0004	0,00007
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998		superior à água de rio	superior à água do mar	entre água da chuva e água de rio	entre água da chuva e água de rio	superior à água de rio	próximo da água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos		inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação

Símbolo	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
12	1,76	0,00139	0,003	0,0126	> 0,25	0,00002	
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água de rio	superior à água de rio	superior à água do mar	superior à água de rio	superior à água da chuva poluída	água do mar	
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	superior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	

Símbolo	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
21					0,003		
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998					água do mar		
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos					inferior ao limite para consumo humano (Portugal)		

Símbolo	As	Se	Rb	Sr	Y	Zr	Nb
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
8	0,00029	0,0021	0,0238	> 0,2	0,0134	0,00015	0,000015
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água da chuva e água do mar	superior à água da chuva	entre água de rio e água do mar	água de rio	superior à água de rio	água de rio	água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	superior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)
Símbolo	As	Se	Rb	Sr	Y	Zr	Nb
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
12	0,00056		0,0121	0,199	0,000031	0,00003	0,000007
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água da chuva e água do mar		entre água de rio e água do mar	água de rio	entre água do mar e água de rio	água do mar	água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)		sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)
Símbolo	As	Se	Rb	Sr	Y	Zr	Nb
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
21	0,00011	0,0003	0,0067	0,118	0,000335		
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água da chuva e água do mar	entre água de rio e água da chuva	entre água de rio e água do mar	água de rio	água de rio		
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	sem informação		
Símbolo	Mo	Cd	Sb	I	Cs	Ba	La
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
8		0,0001	0,00007	0,013	0,000125	0,116	0,0135
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998		água do mar	água de rio	superior à água de rio	entre água de rio e água do mar	superior à água de rio	superior à água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos		inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	superior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação

Símbolo	Mo	Cd	Sb	I	Cs	Ba	La
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
12	0,0008	0,00011	0,00021	0,054	0,000106	0,0667	0,000011
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água de rio e água do mar	água do mar	água do mar	superior à água de rio	entre água de rio e água do mar	superior à água de rio	entre água do mar e água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação
Símbolo	Mo	Cd	Sb	I	Cs	Ba	La
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
21					0,000042	0,0443	0,000113
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998					entre água de rio e água do mar	água de rio	superior à água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos					sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação
Símbolo	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
8	0,0318	0,00319	0,0113	0,0027	0,000691	0,00269	0,000368
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação
Símbolo	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
12	0,000024	0,000002	0,000008	0,000006		0,000002	
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio		entre água do mar e água de rio	
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação		sem informação	

Símbolo	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
21	0,00001	0,000038	0,000168	0,000046	0,000013	0,00005	0,000006
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água do mar e água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação

Símbolo	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
8	0,0018	0,000325	0,000877	0,000099	0,000657	0,000101	0,000018
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação

Símbolo	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
12		0,000002	0,000009	0,000002	0,000016	0,000002	
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998		entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	água de rio	água de rio	
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos		sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	

Símbolo	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
21	0,00003	0,000007	0,000021	0,000003	0,000026	0,000004	
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio	entre água do mar e água de rio	água de rio	água de rio	
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	

Símbolo	Ta	Re	Tl	Pb	Th	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
8	0,000004	0,000006	0,00017	0,00064	0,000021	0,0003
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	superior à água de rio	água da chuva	água da chuva	entre água de rio e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (US EPA)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (US EPA)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (França)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)
Símbolo	Ta	Re	Tl	Pb	Th	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
12	0,000002	0,000002	0,000062	0,00118	0,000003	0,000536
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água do mar	água do mar	superior à água de rio	entre água da chuva e água de rio	entre água do mar e água a chuva	entre água de rio e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (US EPA)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (US EPA)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (França)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)
Símbolo	Ta	Re	Tl	Pb	Th	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
21		0,000004	0,000032	0,00003		0,000147
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998		água do mar	entre água da chuva e água de rio	água do mar		entre água de rio e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos		sem informação	inferior ao limite para consumo humano (US EPA)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)		inferior ao limite para consumo humano (WHO)

Amostra	Interpretação das razões isotópicas de $^2\text{H}/^1\text{H}$ e de $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$
8	Água doce proveniente de um regime climático diferente do actual ou de alterações durante a infiltração até ao aquífero
12	Água doce sujeita a evaporação seguida de infiltração e a trocas isotópicas com as rochas do aquífero

Qualidade da água para consumo humano através dos parâmetros químicos analisados (a cruz assinala o parâmetro acima do valor permitido por lei; espaço pintado a cor cinzenta significa parâmetro não analisado)																										
Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	F ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Sb	As	Br ⁻	Cd	Cr	Cu	Pb	Hg	Ni	Se	Al	Ca ²⁺	Cl ⁻	CE	DT	pH	Fe	Mg ²⁺	Mn	SO ₄ ²⁻	
8	Valado dos Frades ⁽²⁾	poço		X											X						X			X		
9	Valado dos Frades ⁽²⁾	poço		X																						
11	Maiorga ⁽²⁾	furo																								
12	Maiorga ⁽²⁾	poço																				X		X		
13	Casal de Areia ⁽²⁾	furo	X	X																	X				X	
19	Montes ⁽²⁾	nascente																			X					
20	Montes ⁽²⁾	furo																			X					
21	Ferraria ⁽²⁾	nascente																								

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Na ⁺	PO ₄ ³⁻	K ⁺	Be	Ba	Bi	Co	S	Sn	Sr	P	I	Li	Mo	Nb	Ag	Tl	Te	Th	U	W	V	Zn
8	Valado dos Frades ⁽²⁾	poço	X		X		X																		
9	Valado dos Frades ⁽²⁾	poço																							
11	Maiorga ⁽²⁾	furo																							
12	Maiorga ⁽²⁾	poço																							
13	Casal de Areia ⁽²⁾	furo			X																				
19	Montes ⁽²⁾	nascente																							
20	Montes ⁽²⁾	furo																							
21	Ferraria ⁽²⁾	nascente																							

Amostra	Qualidade da água para rega através da Classificação SAR
8	C3-S1
9	C2-S1
11	C1-S1
12	C2-S1
13	C2-S1
19	C1-S1
20	C2-S1
21	C1-S1

c) Massa de água de Alpedriz

A interpretação dos resultados encontra-se no **quadro 5.XVII**.

Quadro 5.XVII – Interpretação dos resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Março de 2011 da massa de água de Alpedriz

Amostra	Número dos quadrantes onde estão projectados os pontos no Diagrama Piper	Tipos hidroquímicos	Interpretação final tendo em atenção o resultado do Diagrama Stiff Modificado
16	12, 3, 7	Água cloretada e/ou sulfatada sódica	Água cloretada sódica
17	12, 3, 7	Água cloretada e/ou sulfatada sódica	Água cloretada sódica
18	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista
22	10, 4(2), 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice Hidrogeológico	Interpretação
16	Montes ⁽³⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) < r\text{HCO}_3^-$	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	Água continental
			I.T.B.	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
17	Montes ⁽³⁾	nascente	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) < r\text{HCO}_3^-$	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	Água continental
			I.T.B.	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice Hidrogeológico	Interpretação
18	Montes ⁽³⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) < r\text{HCO}_3^-$	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	Água continental
			I.T.B.	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
22	Ferraria ⁽³⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) < r\text{HCO}_3^-$	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	Água continental
			I.T.B.	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
16	Montes ⁽³⁾	Gráfico CE-HCO3: $[\text{HCO}_3^-] < 50 \text{ mg/l}$, captação localizada na formação do Cretácico (C^{1-2}) (calcários); Gráfico CE-Ca: $[\text{Ca}^{2+}] < 10 \text{ mg/l}$; Gráfico Na-Cl: água doce
17	Montes ⁽³⁾	Gráfico CE-Ca: $[\text{Ca}^{2+}] < 10 \text{ mg/l}$; Gráfico Na-Cl: água doce; Gráfico Na-Ca: água doce sujeita a contaminação agrícola [concentração em ião sódio (Na^+) superior à do ião cálcio (Ca^{2+})]; Gráfico NO3-Cl: poluição por nitratos
18	Montes ⁽³⁾	Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por fertilizantes; Gráfico CE-PO4: $[\text{PO}_4^{3-}] < 1 \text{ mg/l}$, água doce; Gráfico Na-Cl: água doce; Gráfico NO3-Cl: poluição por nitratos
22	Ferraria ⁽³⁾	Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por fertilizantes; Gráfico Na-Cl: água doce; Gráfico NO3-Cl: poluição por nitratos

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite
16	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
17	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
18	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
22	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄ ·2H ₂ O			NaCl		Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH
		gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	hidroxiapatite
16	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
17	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
18	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
22	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	

Amostra	Tipo captação	KCl
		silvite
16	poço	Sol. Subs.
17	nascente	Sol. Subs.
18	poço	Sol. Subs.
22	poço	Sol. Subs.

Símbolo	Li	Al	Ti	V	Mn	Fe	Co
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
18		0,037	0,0018	0,002	0,0402	0,2	0,000234
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998		água da chuva	água de rio	próximo da água do mar	superior à água de rio	superior à água da chuva poluída	água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos		inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	no limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)
Símbolo	Li	Al	Ti	V	Mn	Fe	Co
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
22	0,008	0,003	0,0008	0,0008	0,0067	0,01	0,00115
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água de rio	água da chuva	água do mar	próximo da água de rio	água de rio	água da chuva	superior à água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)

Símbolo	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
18	0,001	0,0163	0,0068	0,00002	0,00003	0,0123	0,0004
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água do mar	superior à água de rio	entre água da chuva e água de rio	água do mar	próximo da água do mar	superior à água de rio	entre água de rio e água da chuva
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação	superior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)
Símbolo	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
22	0,0035	0,0035	0,0042		0,00002	0,00303	0,0004
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água do mar	superior à água de rio	água do mar		próximo da água do mar	água do mar	entre água de rio e água da chuva
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)		sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)
Símbolo	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Cd
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
18	0,0134	0,0862	0,000081	0,00036	0,000014	0,0012	0,00003
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água de rio e água do mar	água de rio	água de rio	água de rio	água do mar	entre água de rio e água do mar	água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)
Símbolo	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Cd
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
22	0,0172	0,101	0,000047	0,00003		0,0002	
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água de rio e água do mar	água de rio	água de rio	água do mar		entre água da chuva e água de rio	
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	sem informação	sem informação		inferior ao limite para consumo humano (WHO)	

Símbolo	Sb	I	Cs	Ba	La	Ce	Pr
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
18	0,00074	0,009	0,00007	0,0121	0,000062	0,000118	0,000018
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água do mar	superior à água de rio	entre água de rio e água do mar	entre água da chuva e água do mar	entre água da chuva e água de rio	água de rio	entre água do mar e água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação	sem informação
Símbolo	Sb	I	Cs	Ba	La	Ce	Pr
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
22	0,00011	0,002	0,000123	0,0244	0,000013	0,000021	0,000006
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água de rio	água do mar	entre água de rio e água do mar	água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação	sem informação
Símbolo	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
18	0,000068	0,00002	0,000006	0,000021	0,000002	0,000013	0,000002
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água do mar e água de rio	superior à água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação
Símbolo	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
22	0,000019	0,000008		0,000007		0,000006	
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio		entre água do mar e água de rio		entre água do mar e água de rio	
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	sem informação		sem informação		sem informação	

Símbolo	Er	Yb	Hf	Ta	W	Re	Tl
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
18	0,000007	0,000008	0,000007	0,000002	0,00003		0,000045
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água do mar e água de rio	água de rio	água do mar	água do mar	água de rio		superior à água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação		inferior ao limite para consumo humano (US EPA)
Símbolo	Er	Yb	Hf	Ta	W	Re	Tl
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
22	0,000002	0,000004				0,000004	0,000295
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água do mar e água de rio	água de rio				água do mar	superior à água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	sem informação				sem informação	inferior ao limite para consumo humano (US EPA)

Símbolo	Pb	Th	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
18	0,00012	0,000016	0,001
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água do mar e água da chuva	água da chuva	entre água de rio e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (França)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)
Símbolo	Pb	Th	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
22	0,00005		0,00214
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água do mar e água da chuva		entre água de rio e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)		inferior ao limite para consumo humano (WHO)

Quadro 5.XVIII – Interpretação dos resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Maio de 2011 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

Amostra	Número dos quadrantes onde estão projectados os pontos no Diagrama Piper	Tipos hidroquímicos	Interpretação final tendo em atenção o resultado do Diagrama Stiff Modificado
23	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista
24	9, 4, 8	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água mista
26	9, 4, 8	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água mista
27	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista
28	10, 2, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada cálcica
29	10, 4(2), 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista
30	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista
31	11, 3, 6	Água bicarbonatada sódica	Água bicarbonatada sódica
32	9 (12), 4 (3), 8	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica a água cloretada e/ou sulfatada sódica	Água mista
33	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista
34	12, 3, 7	Água cloretada e/ou sulfatada sódica	Água cloretada sódica
35	9, 4, 7	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água cloretada mista

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice Hidrogeológico	Interpretação
23	Fervença ⁽¹⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) < r\text{HCO}_3^-$	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	Água continental
			I.T.B.	Água sujeita a fenómenos de fixação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas em troca dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
24	Fervença ⁽¹⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) < r\text{HCO}_3^-$	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	Água do mar
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	Água continental
			I.T.B.	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
26	Alcobaça ⁽¹⁾	furo	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) < r\text{HCO}_3^-$	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	Água continental
			I.T.B.	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
27	Alcobaça ⁽¹⁾	nascente	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	7,50	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	6,22	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,37	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,23	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,80	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,69	Água continental
			I.T.B.	-0,14	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
28	Vestiária ⁽¹⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	2,88	Existe troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	4,29	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,27	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,58	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,57	Água continental
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	1,63	Água continental
			I.T.B.	0,46	Água sujeita a fenómenos de fixação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas em troca dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
29	Vestiária ⁽¹⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	3,64	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	3,29	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,18	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,06	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,78	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	1,50	Água continental
			I.T.B.	0,10	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
30	Vestiária ⁽¹⁾	furo	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	5,44	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	6,38	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,27	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,05	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,74	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	1,11	Água continental
			I.T.B.	0,17	Água sujeita a fenómenos de fixação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas em troca dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
31	Vestiária ⁽¹⁾	furo	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	0,72	Existe troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	6,16	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,21	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,00	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,20	Indefinido
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	1,24	Água continental
			I.T.B.	0,18	Água sujeita a fenómenos de fixação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas em troca dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
32	Fervença ⁽¹⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	4,52	Existe troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	5,42	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	1,09	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,01	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,74	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,76	Água continental
			I.T.B.	0,19	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
33	Nazaré ⁽¹⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	8,52	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	5,60	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,47	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,28	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,85	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,63	Água continental
			I.T.B.	-0,21	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
34	Nazaré ⁽¹⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	11,88	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	6,38	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	2,94	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,04	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,82	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,25	Água continental
			I.T.B.	0,29	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
35	Valado dos Frades ⁽¹⁾	nascente	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	1,44	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	0,38	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	4,55	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,04	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,80	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,44	Água continental
			I.T.B.	0,42	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
23	Fervença ⁽¹⁾	Gráfico CE-HCO₃ : [HCO ₃ ⁻] > 350 mg/l, captação na formação do Jurássico superior indiferenciado (J ³⁻⁴) (calcários mais ou menos margosos); Gráfico CE-Mg : [Mg ²⁺] > 50 mg/l, água doce sujeita a lixiviação de evaporitos e/ou a efluentes de indústria cerâmica e textil (corante); Gráfico Na-Cl : água doce
24	Fervença ⁽¹⁾	Gráfico CE-Cl : águas influenciadas por lixiviação de rochas evaporíticas que se intruíram na falha; Gráfico CE-HCO₃ : [HCO ₃ ⁻] > 350 mg/l, captação na formação do Jurássico (J ^{1_{ab}}) (rochas evaporíticas) muito próximo da falha; Gráfico CE-Na : dissolução de evaporitos intruídos na falha; Gráfico CE-Mg : [Mg ²⁺] > 50 mg/l, água doce influenciada pela lixiviação de evaporitos e/ou contaminação por efluentes de indústria cerâmica e textil (corante); Gráfico Na-Cl : água doce influenciada pela mistura de dissolução de rochas evaporíticas com contaminação agrícola; Gráfico Na-Ca : água doce influenciada pela mistura de dissolução de rochas evaporíticas com contaminação agrícola [concentração em ião sódio (Na ⁺) superior à do ião cálcio (Ca ²⁺)]; Gráfico K-Cl : dissolução de rochas evaporíticas intruídas na falha; Gráfico NO₃-Cl : dissolução de salmouras
26	Alcobaça ⁽¹⁾	Gráfico CE-Br : presença de insecticidas; Gráfico Na-Cl : água doce; Gráfico Na-Ca : água doce sujeita a contaminação agrícola [concentração em ião sódio (Na ⁺) superior à do ião cálcio (Ca ²⁺)]; Gráfico Br-Cl : presença de insecticidas; Gráfico Br-SO₄ : presença de fungicidas
27	Alcobaça ⁽¹⁾	Gráfico CE-HCO₃ : [HCO ₃ ⁻] > 350 mg/l, captação na formação do Jurássico superior indiferenciado (J3-4) (calcários mais ou menos margosos); Gráfico CE-NO₃ : contaminação agrícola; Gráfico CE-K : 20 mg/l < [K ⁺] < 30 mg/l e CE < 2000 µS/cm, contaminação por fertilizantes; Gráfico CE-Mg : [Mg ²⁺] > 50 mg/l, água doce influenciada pela lixiviação dos calcários e/ou contaminação por fertilizantes; Gráfico Na-Cl : água doce; Gráfico NO₃-Cl : poluição por nitratos
28	Vestiária ⁽¹⁾	Gráfico Na-Cl : água doce; Gráfico NO₃-Cl : poluição por nitratos
29	Vestiária ⁽¹⁾	Gráfico Na-Cl : água doce; Gráfico NO₃-Cl : poluição por nitratos
30	Vestiária ⁽¹⁾	Gráfico CE-HCO₃ : [HCO ₃ ⁻] > 350 mg/l, captação na formação do Jurássico superior indiferenciado (J3-4) (calcários mais ou menos margosos); Gráfico Na-Cl : água doce

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
31	Vestiária ⁽¹⁾	Gráfico CE-HCO3: $[\text{HCO}_3^-] > 350 \text{ mg/l}$, captação na formação do Jurássico superior indiferenciado (J^{3-4}) (calcários mais ou menos margosos); Gráfico Na-Cl: água doce; Gráfico Na-Ca: água doce sujeita a contaminação agrícola [concentração em ião sódio (Na^+) superior à do ião cálcio (Ca^{2+})]; Gráfico NO3-Cl: poluição por nitratos
32	Fervença ⁽¹⁾	Gráfico CE-Na: dissolução de evaporitos intruídos na falha; Gráfico Na-Cl: água doce influenciada pela mistura de dissolução de rochas evaporíticas com contaminação agrícola; Gráfico Na-Ca: água doce influenciada pela mistura de dissolução de rochas evaporíticas com contaminação agrícola [concentração em ião sódio (Na^+) superior à do ião cálcio (Ca^{2+})]
33	Nazaré ⁽¹⁾	Gráfico CE-NO3: contaminação agrícola; Gráfico CE-K: $20 \text{ mg/l} < [\text{K}^+] < 30 \text{ mg/l}$ e $\text{CE} < 2000 \mu\text{S/cm}$, contaminação por fertilizantes; Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos, alimentar); Gráfico CE-PO4: $[\text{PO}_4^{3-}] > 1 \text{ mg/l}$, contaminação por fertilizantes, pesticidas, detergentes, dejectos fecais e/ou suplementos da alimentação animal; Gráfico Na-Cl: dissolução da halite da rocha evaporítica e/ou da plagioclase das areias arcósicas por onde a água circulou; Gráfico NO3-Cl: poluição por nitratos
34	Nazaré ⁽¹⁾	Gráfico CE-Cl: contaminação pelas actividades antrópicas (rega, pesticidas); Gráfico Cl-SO4: $[\text{SO}_4^{2-}] < 150 \text{ mg/l}$, água doce sujeita a interacção água-rocha e a contaminação por actividades humanas; Gráfico CE-HCO3: $[\text{HCO}_3^-]$ cerca de 400 mg/l ; Gráfico CE-K: $20 \text{ mg/l} < [\text{K}^-] < 30 \text{ mg/l}$ e $\text{CE} < 2000 \mu\text{S/cm}$, indica tempo quente e seco e/ou contaminação agrícola (fertilizantes); Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos, alimentar); Gráfico CE-Br: presença de insecticidas; Gráfico Na-Cl: água de mistura pela contaminação por actividades antrópicas (agrícola, lixo no interior do poço); Gráfico Na-Ca: água doce sujeita a contaminação agrícola [concentração em ião sódio (Na^+) superior à do ião cálcio (Ca^{2+})]; Gráfico Br-Cl: presença de insecticidas
35	Valado dos Frades ⁽¹⁾	Gráfico Na-Cl: mesma origem, água doce

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite
23	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Equil.	Sol. Subs.	Sol. Equil.	Sol. Subs.
24	poço	Sol. Subs.	Sol. Equil.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.
26	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
27	nascente	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.
28	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Equil.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
29	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
30	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
31	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
32	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
33	poço	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.
34	poço	Sol. Subs.	Sol. Equil.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.
35	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄ .2H ₂ O			NaCl		Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH
		gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	hidroxiapatite
23	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
24	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
26	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
27	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
28	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
29	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
30	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
31	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
32	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
33	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.
34	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
35	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	

Amostra	Tipo captação	KCl
		silvite
23	poço	Sol. Subs.
24	poço	Sol. Subs.
26	furo	Sol. Subs.
27	nascente	Sol. Subs.
28	poço	Sol. Subs.
29	poço	Sol. Subs.
30	furo	Sol. Subs.
31	furo	Sol. Subs.
32	poço	Sol. Subs.
33	poço	Sol. Subs.
34	poço	Sol. Subs.
35	nascente	Sol. Subs.

Símbolo	Li	Al	Ti	V	Cr	Mn	Fe
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
24	0,006		0,0009	0,0003		3,49	0,04
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água de rio		água do mar	entre água da chuva e água de rio		superior à água de rio	água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)		sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)		superior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)
Símbolo	Li	Al	Ti	V	Cr	Mn	Fe
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
27	0,012		0,0006	0,0006	0,0006	0,0002	
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água de rio		água do mar	entre água da chuva e água de rio	próximo da água de rio	água do mar	
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)		sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	
Símbolo	Li	Al	Ti	V	Cr	Mn	Fe
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
29	0,004		0,0006	0,0007	0,0008	0,0061	
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água de rio		água do mar	entre água da chuva e água de rio	superior à água de rio	água de rio	
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)		sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	
Símbolo	Li	Al	Ti	V	Cr	Mn	Fe
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
31	0,008		0,0007	0,0002	0,0006	0,004	
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água de rio		água do mar	entre água da chuva e água de rio	próximo da água de rio	água de rio	
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)		sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	

Símbolo	Li	Al	Ti	V	Cr	Mn	Fe
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
32	0,005	0,008	0,0009	0,0006		0,236	0,03
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água de rio	entre água da chuva e água de rio	água do mar	entre água da chuva e água de rio		superior à água de rio	próximo da água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)		superior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)
Símbolo	Li	Al	Ti	V	Cr	Mn	Fe
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
34	0,016	0,003	0,0008	0,0012		0,0572	0,04
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água de rio	água da chuva	água do mar	entre água de rio e água de mar		superior à água de rio	água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)		inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)
Símbolo	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
24	0,00183	0,0046	0,0003	0,0198	0,00007	0,00002	0,00144
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água de rio	superior à água do mar	entre água do mar e água da chuva	água de rio	entre água da chuva e água de rio	entre água de rio e água do mar	entre água da chuva e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)
Símbolo	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
27	0,000178	0,0023		0,0053		0,00011	0,00009
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água de rio	superior à água do mar		entre água do mar e água da chuva		superior à água de rio	entre água da chuva e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)		inferior ao limite para consumo humano (Portugal)		sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)

Símbolo	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
29		0,001	0,0034	0,0045		0,00006	0,00057
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998		superior à água do mar	água de rio	água do mar		entre água do mar e água de rio	entre água da chuva e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos		inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)		sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)
Símbolo	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
31		0,0009	0,0088	0,0118		0,00008	0,00028
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998		superior à água do mar	superior à água de rio	entre água da chuva e água de rio		água de rio	entre água da chuva e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos		inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)		sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)
Símbolo	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
32	0,000145	0,0012		0,0057	0,00002	0,00002	0,00106
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	próximo da água de rio	superior à água do mar		água da chuva	água do mar	entre água de rio e água do mar	entre água da chuva e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)		inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)
Símbolo	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
34	0,00009	0,0056	0,0048	0,0046		0,00002	0,00232
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	próximo da água de rio	superior à água do mar	superior à água de rio	água do mar		entre água de rio e água do mar	entre água da chuva e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)		sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)

Símbolo	Se	Rb	Sr	Y	Zr	Mo	Cd
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
24	0,0015	0,00173			0,00008	0,0007	0,00002
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água da chuva	água de rio			próximo da água de rio	entre água de rio e água do mar	água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	superior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação			sem informação	inferior ao limite para consumo humano (WHO)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)
Símbolo	Se	Rb	Sr	Y	Zr	Mo	Cd
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
27	0,0032	0,00142	0,175	0,000013	0,00007		0,00003
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água da chuva	água de rio	água de rio	água do mar	próximo da água de rio		água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	superior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	sem informação	sem informação		inferior ao limite para consumo humano (Portugal)
Símbolo	Se	Rb	Sr	Y	Zr	Mo	Cd
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
29		0,00255	0,15	0,00004	0,00008	0,0003	
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998		água de rio	água de rio	água de rio	próximo da água de rio	entre água da chuva e água de rio	
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos		sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (WHO)	
Símbolo	Se	Rb	Sr	Y	Zr	Mo	Cd
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
31	0,0009	0,00154		0,000024	0,00005	0,0003	0,00002
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água da chuva	água de rio		entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água da chuva e água de rio	água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação		sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (WHO)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)

Símbolo	Se	Rb	Sr	Y	Zr	Mo	Cd
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
32	0,0017	0,00268		0,000033	0,00018	0,0003	
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água da chuva	água de rio		entre água do mar e água de rio	água de rio	entre água da chuva e água de rio	
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	superior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação		sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (WHO)	
Símbolo	Se	Rb	Sr	Y	Zr	Mo	Cd
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
34	0,0049	0,00788		0,000008	0,00012	0,0003	0,00005
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água da chuva	água de rio		água da chuva	água de rio	entre água da chuva e água de rio	água da chuva
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	superior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação		sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (WHO)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)
Símbolo	Sb	I	Cs	Ba	La	Ce	Pr
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
24	0,00008	0,087	0,000029	0,0638	0,000004		
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água da chuva e água de rio	água de rio	água de rio	água de rio	entre água do mar e água de rio		
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação		
Símbolo	Sb	I	Cs	Ba	La	Ce	Pr
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
27	0,00002	0,022	0,000015	0,123	0,000005		
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água da chuva	água de rio	próximo da água de rio	superior à água de rio	entre água do mar e água de rio		
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)	sem informação	superior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação		

Símbolo	Sb	I	Cs	Ba	La	Ce	Pr
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
29	0,00028	0,022	0,000026	0,071	0,000028	0,00001	0,000006
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água do mar	água de rio	água de rio	superior à água de rio	água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação	sem informação
Símbolo	Sb	I	Cs	Ba	La	Ce	Pr
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
31	0,00017	0,01	0,000076	0,165	0,000005		
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água de rio e água do mar	água de rio	entre água de rio e água do mar	superior à água de rio	entre água do mar e água de rio		
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)	sem informação	superior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação		
Símbolo	Sb	I	Cs	Ba	La	Ce	Pr
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
32	0,00007	0,015	0,000058	0,0543	0,000022	0,000049	0,000006
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água da chuva e água de rio	água de rio	entre água de rio e água do mar	água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação	sem informação
Símbolo	Sb	I	Cs	Ba	La	Ce	Pr
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
34	0,00032	0,013	0,000048	0,0702	0,000008	0,000007	
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água do mar	água de rio	entre água de rio e água do mar	superior à água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação	

Símbolo	Nd	Sm	Gd	Dy	Er	Yb	Hf
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
24	0,000003					0,000004	
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água do mar					água de rio	
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)					sem informação	
Símbolo	Nd	Sm	Gd	Dy	Er	Yb	Hf
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
27	0,000004	0,000002				0,000003	
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio				próximo da água de rio	
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	sem informação				sem informação	
Símbolo	Nd	Sm	Gd	Dy	Er	Yb	Hf
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
29	0,000026	0,000007	0,000007	0,000005	0,000002	0,000004	0,000004
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água do mar	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	água de rio	próximo da água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação
Símbolo	Nd	Sm	Gd	Dy	Er	Yb	Hf
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
31	0,000004					0,000002	0,000002
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água do mar e água de rio					entre água do mar e água de rio	próximo da água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)					sem informação	sem informação

Símbolo	Nd	Sm	Gd	Dy	Er	Yb	Hf
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
32	0,000022	0,000007	0,000006	0,000003	0,000003	0,000004	0,000004
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	água de rio	próximo da água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação
Símbolo	Nd	Sm	Gd	Dy	Er	Yb	Hf
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
34		0,000003	0,000002			0,000005	0,000004
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998		entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio			água de rio	próximo da água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos		sem informação	sem informação			sem informação	sem informação

Símbolo	Ta	W	Re	Tl	Pb	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
24			0,000002	0,000015	0,0001	0,00107
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998			água do mar	água do mar	entre água da chuva e água de rio	entre água de rio e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos			sem informação	inferior ao limite para consumo humano (US EPA)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)
Símbolo	Ta	W	Re	Tl	Pb	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
27			0,000005	0,000007	0,00006	0,00332
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998			entre água do mar e água de rio	água do mar	entre água da chuva e água de rio	água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos			sem informação	inferior ao limite para consumo humano (US EPA)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)

Símbolo	Ta	W	Re	Tl	Pb	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
29	0,000002		0,000007	0,000011	0,00008	0,00298
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água do mar		entre água do mar e água de rio	água do mar	entre água da chuva e água de rio	água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (US EPA)		sem informação	inferior ao limite para consumo humano (US EPA)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)
Símbolo	Ta	W	Re	Tl	Pb	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
31	0,000002	0,00087	0,000006	0,000025	0,00035	0,00482
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água do mar	superior à água do mar	entre água do mar e água de rio	entre água da chuva e água de rio	entre água da chuva e água de rio	superior à água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (US EPA)	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (US EPA)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)
Símbolo	Ta	W	Re	Tl	Pb	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
32			0,000003	0,000022	0,00012	0,00106
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998			água do mar	entre água da chuva e água de rio	entre água da chuva e água de rio	entre água de rio e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos			sem informação	inferior ao limite para consumo humano (US EPA)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)
Símbolo	Ta	W	Re	Tl	Pb	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
34	0,000002		0,000006	0,000081	0,00031	0,00632
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água do mar		entre água do mar e água de rio	superior à água de rio	entre água da chuva e água de rio	superior à água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (US EPA)		sem informação	inferior ao limite para consumo humano (US EPA)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)

Amostra	Interpretação das razões isotópicas de $^2\text{H}/^1\text{H}$ e de $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$
23	Água doce proveniente de um regime climático diferente do actual ou de alterações durante a infiltração até ao aquífero
24	Água doce proveniente de um regime climático diferente do actual ou de alterações durante a infiltração até ao aquífero
27	Água doce proveniente de um regime climático diferente do actual ou de alterações durante a infiltração até ao aquífero
30	Água doce de origem diferente do regime climático actual
31	Água doce proveniente de um regime climático diferente do actual sujeito ao fenómeno de dissolução de rochas evaporíticas
32	Água doce de origem da água universal
33	Água doce de origem da água universal
34	Água doce sujeita ao fenómeno de intrusão salina e contaminada por produtos agrícolas e/ou outros

Qualidade da água para consumo humano através dos parâmetros químicos analisados (a cruz assinala o parâmetro acima do valor permitido por lei; espaço pintado a cor cinzenta significa parâmetro não analisado)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	F ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Sb	As	Br ⁻	Cd	Cr	Cu	Pb	Hg	Ni	Se	Al	Ca ²⁺	Cl ⁻	CE	DT	pH	Fe	Mg ²⁺	Mn	SO ₄ ²⁻
23	Fervença ⁽¹⁾	poço																							
24	Fervença ⁽¹⁾	poço													X			X						X	
26	Alcobaça ⁽¹⁾	furo						X																	
27	Alcobaça ⁽¹⁾	nascente		X											X										
28	Vestiária ⁽¹⁾	poço																							
29	Vestiária ⁽¹⁾	poço																							
30	Vestiária ⁽¹⁾	furo																							
31	Vestiária ⁽¹⁾	furo																							
32	Fervença ⁽¹⁾	poço													X									X	
33	Nazaré ⁽¹⁾	poço																							
34	Nazaré ⁽¹⁾	poço						X							X			X	X						
35	Valado dos Frades ⁽¹⁾	nascente																			X				

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Na ⁺	PO ₄ ³⁻	K ⁺	Be	Ba	Bi	Co	S	Sn	Sr	P	I	Li	Mo	Nb	Ag	Tl	Te	Th	U	W	V	Zn
23	Fervença ⁽¹⁾	poço																							
24	Fervença ⁽¹⁾	poço																							
26	Alcobaça ⁽¹⁾	furo																							
27	Alcobaça ⁽¹⁾	nascente			X		X																		
28	Vestiária ⁽¹⁾	poço																							
29	Vestiária ⁽¹⁾	poço																							
30	Vestiária ⁽¹⁾	furo																							
31	Vestiária ⁽¹⁾	furo					X																		
32	Fervença ⁽¹⁾	poço																							
33	Nazaré ⁽¹⁾	poço			X																				
34	Nazaré ⁽¹⁾	poço	X		X																				
35	Valado dos Frades ⁽¹⁾	nascente																							

Amostra	Qualidade da água para rega através da Classificação SAR
23	C3-S1
24	C3-S1
26	C3-S1
27	C3-S1
28	C2-S1
29	C2-S1
30	C3-S1
31	C3-S1
32	C3-S1
33	C3-S1
34	C4-S2
35	C2-S1

5.2.1.3 – Interpretação de Julho/2011

No mês de Julho de 2011 analisaram-se sete águas subterrâneas, sendo seis localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste e uma na massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré.

a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

A interpretação dos resultados encontra-se no **quadro 5.XIX**.

Quadro 5.XIX – Interpretação dos resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Julho de 2011 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

Amostra	Número dos quadrantes onde estão projectados os pontos no Diagrama Piper	Tipos hidroquímicos	Interpretação final tendo em atenção o resultado do Diagrama Stiff Modificado
37	12, 3, 7	Água cloretada e/ou sulfatada sódica	Água cloretada sódica
41	9, 4, 8	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água mista
42	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista
43	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista
44	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista
45	9, 4, 8	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água mista

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
37	Bárrio ⁽¹⁾	nascente	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	6,73	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	6,04	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	3,30	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,00	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,83	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,15	Água continental
			I.T.B.	0,23	Água sujeita a fenómenos de fixação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas em troca dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice Hidrogeológico	Interpretação
41	Bárrio ⁽¹⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) < r\text{HCO}_3^-$	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	Água continental
			I.T.B.	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
42	Bárrio ⁽¹⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) < r\text{HCO}_3^-$	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	Água continental
			I.T.B.	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
43	Bárrio ⁽¹⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) < r\text{HCO}_3^-$	Existe troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	Água continental
			I.T.B.	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice Hidrogeológico	Interpretação
44	Quinta São Gião ⁽¹⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) < r\text{HCO}_3^-$	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	Água continental
			I.T.B.	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
45	Quinta São Gião ⁽¹⁾	furo	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) < r\text{HCO}_3^-$	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	Água do mar
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	Água continental
			I.T.B.	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
37	Bárrio ⁽¹⁾	Gráfico CE-HO3: $[\text{HCO}_3^-] > 350 \text{ mg/l}$, captação na formação do Jurássico (J1ab) (rochas evaporíticas) próxima da falha; Gráfico CE-Na: $[\text{Na}^+] > 200 \text{ mg/l}$; influenciada pelas formações geológicas por onde circulou; Gráfico CE-K: dissolução de evaporitos; Gráfico Na-Cl: dissolução de rochas evaporíticas intruídas na falha; Gráfico Na-Ca: dissolução de rochas evaporíticas intruídas na falha; Gráfico K-Cl: dissolução de rochas evaporíticas intruídas na falha; Gráfico NO3-Cl: dissolução de salmouras
41	Bárrio ⁽¹⁾	Gráfico Na-Cl: água doce; Gráfico NO3-Cl: poluição por nitratos

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
42	Bárrio ⁽¹⁾	Gráfico CE-HCO₃ : [HCO ₃ ⁻] > 350 mg/l, captação na formação do Jurássico superior indiferenciado (J ³⁻⁴) (calcários mais ou menos margosos); Gráfico Na-Cl : água doce; Gráfico NO₃-Cl : poluição por nitratos
43	Bárrio ⁽¹⁾	Gráfico CE-Mg : [Mg ²⁺] > 50 mg/l, água doce influenciada pela lixiviação dos calcários e/ou contaminação por fertilizantes; Gráfico Na-Cl : água doce; Gráfico NO₃-Cl : poluição por nitratos
44	Quinta São Gião ⁽¹⁾	Gráfico CE-NO₃ : contaminação agrícola; Gráfico CE-K : 20 mg/l < [K ⁺] < 30 mg/l e CE < 2000 µS/cm, contaminação por fertilizantes; Gráfico CE-Ca : água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos, alimentar); Gráfico CE-Br : presença de insecticidas; Gráfico CE-PO₄ : [PO ₄ ³⁻] > 1 mg/l; contaminação por fertilizantes, pesticidas, detergentes, dejectos fecais e/ou suplementos da alimentação animal; Gráfico Na-Cl : dissolução da halite da rocha evaporítica e/ou da plagioclase das areias arcósicas por onde a água circulou; Gráfico NO₃-Cl : poluição por nitratos; Gráfico Br-Cl : presença de insecticidas; Gráfico Br-SO₄ : presença de fungicidas
45	Quinta São Gião ⁽¹⁾	Gráfico CE-NO₃ : contaminação agrícola; Gráfico CE-Ca : água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos, alimentar); Gráfico CE-Br : presença de insecticidas; Gráfico Na-Cl : dissolução da halite da rocha evaporítica e/ou da plagioclase das areias arcósicas por onde a água circulou; Gráfico NO₃-Cl : poluição por nitratos; Gráfico Br-Cl : presença de insecticidas; Gráfico Br-SO₄ : presença de fungicidas

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite
37	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
41	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Equil.	Sol. Subs.	Sol. Equil.	Sol. Subs.
42	poço	Sol. Subs.	Sol. Equil.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.
43	poço	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.
44	poço	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.
45	furo	Sol. Subs.	Sol. Equil.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄ .2H ₂ O			NaCl		Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH
		gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	hidroxiapatite
37	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
41	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
42	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
43	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
44	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.
45	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	

Amostra	Tipo captação	KCl
		silvite
37	nascente	Sol. Subs.
41	poço	Sol. Subs.
42	poço	Sol. Subs.
43	poço	Sol. Subs.
44	poço	Sol. Subs.
45	furo	Sol. Subs.

Símbolo	Li	Al	Sc	Ti	V	Mn	Co
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
37	0,019			0,0009	0,0003	0,0005	
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água de rio			água do mar	entre água da chuva e água de rio	entre água do mar e água da chuva poluída	
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)			sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	
Símbolo	Li	Al	Sc	Ti	V	Mn	Co
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
44	0,007	0,005	0,002	0,0038	0,0028	0,0012	0,00008
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água de rio	entre água da chuva e água de rio	água de rio	água de rio	entre água do mar e água da chuva poluída	entre água do mar e água da chuva poluída	entre água do mar e água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)

Símbolo	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
37	0,0061	0,0035	0,0114		0,00008		0,0046
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água do mar	água de rio	entre água da chuva e água de rio		água de rio		superior à água da chuva
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)		sem informação		superior ao limite para consumo humano (Portugal)
Símbolo	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
44	0,0019	0,0049	0,0228	0,00002	0,00003	0,0101	0,0034
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água do mar	superior à água de rio	entre água de rio e água da chuva poluída	água do mar	entre água do mar e água de rio	superior à água de rio	superior à água da chuva
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação	superior ao limite para consumo humano (Portugal)	superior ao limite para consumo humano (Portugal)
Símbolo	Rb	Y	Mo	Cd	Sb	I	Cs
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
37	0,00413	0,00001	0,0004	0,00002	0,00002	0,036	0,00021
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água de rio e água do mar	água da chuva	entre água da chuva e água de rio	água de rio	água da chuva	superior à água de rio	entre água de rio e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)	sem informação

Símbolo	Rb	Y	Mo	Cd	Sb	I	Cs
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
44	0,0179	0,000005	0,0011		0,00039	0,008	0,000048
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água de rio e água do mar	água da chuva	entre água de rio e água do mar		superior à água do mar	superior à água de rio	entre água de rio e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	sem informação	sem informação		inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)	sem informação

Símbolo	Ba	La	Ce	Nd	Sm	Dy	Ta
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
37	0,0546	0,000093		0,000002	0,000004		0,000002
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água de rio	superior à água de rio		entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio		água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação		sem informação	sem informação		inferior ao limite para consumo humano (US EPA)

Símbolo	Ba	La	Ce	Nd	Sm	Dy	Ta
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
44	0,0282	0,000025	0,000008			0,000002	
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio			entre água do mar e água de rio	
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação			sem informação	

Símbolo	Re	Tl	Pb		U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l		mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS		ICP-MS
37		0,000024	0,00015		0,000366
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998		entre água da chuva e água de rio	entre água do mar e água da chuva		entre água de rio e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos		inferior ao limite para consumo humano (US EPA)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)		inferior ao limite para consumo humano (WHO)
Símbolo	Re	Tl	Pb		U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l		mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS		ICP-MS
44	0,000003	0,000004	0,00022		0,000434
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água do mar	água do mar	entre água do mar e água da chuva		entre água de rio e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (US EPA)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)		inferior ao limite para consumo humano (WHO)

Amostra	Interpretação das razões isotópicas de $^2\text{H}/^1\text{H}$ e de $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$
37	Água doce sujeita ao fenómeno de dissolução de rochas evaporíticas
44	Água doce de origem da água universal
45	Água doce proveniente de um regime climático diferente do actual ou de alterações durante a infiltração até ao aquífero

Qualidade da água para consumo humano através dos parâmetros químicos analisados (a cruz assinala o parâmetro acima do valor permitido por lei; espaço pintado a cor cinzenta significa parâmetro não analisado)																			
Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	F ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Sb	As	Br ⁻	Cd	Cr	Cu	Pb	Hg	Ni	Se	Al	Ca ²⁺	Cl ⁻	CE
37	Bairro ⁽¹⁾	nascente													X		X	X	
41	Bairro ⁽¹⁾	poço																	
42	Bairro ⁽¹⁾	poço																	
43	Bairro ⁽¹⁾	poço															X		
44	Quinta São Gião ⁽¹⁾	poço					X								X		X		
45	Quinta São Gião ⁽¹⁾	furo	X					X									X		

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Na ⁺	PO ₄ ³⁻	K ⁺	Be	Ba	Bi	Co	S	Sn	Sr	P	I	Li	Mo	Nb	Ag	Tl	Te	Th	U	W	V	Zn
37	Bairro ⁽¹⁾	nascente	X																						
41	Bairro ⁽¹⁾	poço																							
42	Bairro ⁽¹⁾	poço																							
43	Bairro ⁽¹⁾	poço																							
44	Quinta São Gião ⁽¹⁾	poço			X																				
45	Quinta São Gião ⁽¹⁾	furo																							

Amostra	Qualidade da água para rega através da Classificação SAR
37	C4-S3
41	C2-S1
42	C3-S1
43	C3-S1
44	C3-S1
45	C3-S1

b) Massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré

A interpretação dos resultados encontra-se no **quadro 5.XX**.

Quadro 5.XX – Interpretação dos resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Julho de 2011 da massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré

Amostra	Número dos quadrantes onde estão projectados os pontos no Diagrama Piper	Tipos hidroquímicos	Interpretação final tendo em atenção o resultado do Diagrama Stiff Modificado
46	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
46	Famalicão ⁽²⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	3,05	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	2,35	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,46	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,35	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,77	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	1,03	Água continental
			I.T.B.	-0,68	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
46	Famalicão ⁽²⁾	Gráfico CE-K: 20 mg/l < $[\text{K}^+]$ < 30 mg/l e CE < 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, contaminação por fertilizantes; Gráfico Na-Cl: mesma origem, água doce; Gráfico NO3-Cl: poluição por nitratos

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO_4	CaCO_3	CaCO_3		$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	CaF_2
		anidrite	aragonite	calcite	$\text{CO}_2(\text{g})$	dolomite	fluorite
46	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$			NaCl		KCl
		gesso	$\text{H}_2(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	Halite	$\text{O}_2(\text{g})$	silvite
46	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.

Símbolo	Li	Al	Ti	V	Mn	Fe	Co
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
46	0,003	0,004	0,0004	0,0002	0,0146	0,02	0,000091
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água de rio	entre água da chuva e água de rio	água do mar	entre água da chuva e água de rio	água de rio	entre água da chuva e água de rio	entre água do mar e água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)

Símbolo	Ni	Cu	Zn	As	Se	Rb	Sr
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
46	0,0007	0,0012	0,0091	0,00066	0,0009	0,00588	0,181
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água do mar	entre água da chuva e água de rio	entre água da chuva e água de rio	entre água da chuva e água do mar	superior à água da chuva	entre água de rio e água do mar	água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)

Símbolo	Y	Mo	Sb	I	Cs	Ba	La
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
46	0,000015	0,0002	0,00006	0,014	0,000036	0,0685	0,000029
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água do mar	entre água da chuva e água de rio	entre água da chuva e água de rio	superior à água de rio	entre água de rio e água do mar	superior à água de rio	entre água do mar e água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (WHO)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação

Símbolo	Ce	Pr	Nd	Gd	Yb	Hf	Tl
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
46	0,000008	0,000002	0,000006	0,000003	0,000002	0,000002	0,000041
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	água do mar	água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	sem informação	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (US EPA)

Símbolo	Pb	U
Unidade	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS
46	0,00011	0,000215
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água do mar e água da chuva	entre água de rio e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)

Amostra	Interpretação das razões isotópicas de $^2\text{H}/^1\text{H}$ e de $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$
46	Água doce sujeita a evaporação seguida de infiltração e a trocas isotópicas com as rochas do aquífero

Qualidade da água para consumo humano através dos parâmetros químicos analisados (a cruz assinala o parâmetro acima do valor permitido por lei; espaço pintado a cor cinzenta significa parâmetro não analisado)																		
Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	F ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Sb	As	Br ⁻	Cd	Cr	Cu	Pb	Hg	Ni	Se	Al	Ca ²⁺	Cl ⁻
46	Famalicão ⁽²⁾	poço																
Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Na ⁺	PO ₄ ³⁻	K ⁺	Be	Ba	Bi	Co	S	Sn	Sr	P	I	Li	Mo	Nb	Ag
46	Famalicão ⁽²⁾	poço			X													
			Tl	Te	Th	U	W	V	Zn									

Amostra	Qualidade da água para rega através da Classificação SAR
46	C2-S1

5.2.1.4 – Interpretação de Setembro/2011

No mês de Setembro de 2011 analisaram-se duas águas subterrâneas localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste.

a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

A interpretação dos resultados encontra-se no **quadro 5.XXI**.

Quadro 5.XXI – Interpretação dos resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Setembro de 2011 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

Amostra	Número dos quadrantes onde estão projectados os pontos no Diagrama Piper	Tipos hidroquímicos	Interpretação final tendo em atenção o resultado do Diagrama Stiff Modificado
47	9, 4, 8	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água mista
48	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
47	Nazaré ⁽¹⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	9,21	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	5,27	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	1,03	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,04	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,89	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,16	Água continental
			I.T.B.	0,26	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
48	Quinta São Gião ⁽¹⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	7,65	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	5,05	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,63	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,26	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,87	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,18	Água continental
			I.T.B.	-0,05	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
47	Nazaré ⁽¹⁾	Gráfico CE-Br: presença de insecticidas; Gráfico CE-Mg: contaminação por fertilizantes; Gráfico CE-PO4: $[\text{PO}_4^{3-}] > 1 \text{ mg/l}$; contaminação por fertilizantes, pesticidas, detergentes, dejectos fecais e/ou suplementos da alimentação animal; Gráfico Na-Cl: dissolução da halite da rocha evaporítica e/ou da plagioclase das areias arcósicas por onde a água circulou; Gráfico Br-Cl: presença de insecticidas; Gráfico Br-SO4: presença de fungicidas
48	Quinta São Gião ⁽¹⁾	Gráfico CE-K: $20 \text{ mg/l} < [\text{K}^+] < 30 \text{ mg/l}$ e $\text{CE} < 2000 \mu\text{S/cm}$, contaminação por fertilizantes; Gráfico CE-PO4: $[\text{PO}_4^{3-}] > 1 \text{ mg/l}$, contaminação por fertilizantes, pesticidas, detergentes, dejectos fecais e/ou suplementos da alimentação animal; Gráfico Na-Cl: dissolução da halite da rocha evaporítica e/ou da plagioclase das areias arcósicas por onde a água circulou

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite
47	poço	Sol. Subs.	Sol. Equil.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.
48	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄ ·2H ₂ O			NaCl		Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH
		gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	hidroxiapatite
47	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.
48	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	

Amostra	Tipo captação	KCl
		silvite
47	poço	Sol. Subs.
48	poço	Sol. Subs.

Símbolo	Al	Ti	V	Mn	Fe	Co	Ni
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
48	0,017	0,0017	0,0029	0,0812	0,38	0,00096	0,0026
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água da chuva e água de rio	água de rio	água do mar	superior à água de rio	superior à água da chuva poluída	superior à água de rio	superior à água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	superior ao limite para consumo humano (Portugal)	superior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)

Símbolo	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Rb
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
48	0,0034	0,0418	0,00002	0,00002	0,00999	0,0012	0,00955
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água de rio	entre água de rio e chuva poluída	água do mar	entre água de rio e água do mar	superior à água de rio	superior à água da chuva	entre água de rio e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação	superior ao limite para consumo humano (Portugal)	superior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação

Símbolo	Sr	Y	Zr	Mo	Cd	Sb	I
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
48	> 0,2	0,000048	0,00003	0,0023	0,00003	0,00031	0,016
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água de rio	água de rio	água do mar	entre água de rio e água do mar	água de rio	superior à água do mar	superior à água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (WHO)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)

Símbolo	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
48	0,000032	0,0682	0,000037	0,000067	0,00001	0,000037	0,00001
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água de rio e água do mar	superior à água de rio	água de rio	água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	sem informação

Símbolo	Gd	Dy	Ho	Er	Yb	Tl	Pb
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
48	0,000009	0,000007	0,000002	0,000005	0,000004	0,000017	0,00082
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	água de rio	água do mar	entre água da chuva e água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (US EPA)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)

Símbolo	U
Unidade	mg/l
Método de Análise	ICP-MS
48	0,00129
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água de rio e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (WHO)

Qualidade da água para consumo humano através dos parâmetros químicos analisados (a cruz assinala o parâmetro acima do valor permitido por lei; espaço pintado a cor cinzenta significa parâmetro não analisado)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	F ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Sb	As	Br ⁻	Cd	Cr	Cu	Pb	Hg	Ni	Se	Al	Ca ²⁺	Cl ⁻	CE	DT	pH	Fe	Mg ²⁺	Mn	SO ₄ ²⁻
47	Nazaré ⁽¹⁾	poço																					X		
48	Quinta São Gião ⁽¹⁾	poço					X								X							X		X	
Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Na ⁺	PO ₄ ³⁻	K ⁺	Be	Ba	Bi	Co	S	Sn	Sr	P	I	Li	Mo	Nb	Ag	Tl	Te	Th	U	W	V	Zn
47	Nazaré ⁽¹⁾	poço																							
48	Quinta São Gião ⁽¹⁾	poço			X																				

Amostra	Qualidade da água para rega através da Classificação SAR
47	C3-S1
48	C4-S1

5.2.2 – Interpretação dos recursos hídricos subterrâneos – 2012

O **quadro 4.XXIII** do «capítulo 4 – Apresentação dos dados» apresenta as oito amostras de águas superficiais recolhidas em diferentes meses. No mesmo capítulo, a **figura 4.5** ilustra a localização dessa amostragem.

4.2.2.1 – Interpretação de Fevereiro/2012

No mês de Fevereiro de 2012 analisaram-se seis águas subterrâneas, sendo cinco localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste e uma na massa de água do Maciço Calcário Estremenho.

a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

A interpretação dos resultados encontra-se no **quadro 5.XXII**.

Quadro 5.XXII – Interpretação dos resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Fevereiro de 2012 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

Amostra	Número dos quadrantes onde estão projectados os pontos no Diagrama Piper	Tipos hidroquímicos	Interpretação final tendo em atenção o resultado do Diagrama Stiff Modificado
58	11(12), 3, 6(8)	Água bicarbonatada sódica a água cloretada e/ou sulfatada sódica	Água bicarbonatada sódica
59	12, 3, 7	Água cloretada e/ou sulfatada sódica	Água cloretada sódica
60	12, 3, 7	Água cloretada e/ou sulfatada sódica	Água cloretada sódica
61	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista
64	12, 3, 7	Água cloretada e/ou sulfatada sódica	Água cloretada sódica

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
58	Fervença ⁽¹⁾	furo	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	13,31	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	13,11	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	1,04	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,04	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,89	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,00	Indefinido
			I.T.B.	-0,23	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
59	Fervença ⁽¹⁾	nascente	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	15,13	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	5,36	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	5,51	Água sujeita a lixiviação de evaporitos
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,00	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,89	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,19	Água continental
			I.T.B.	0,07	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
60	Fervença ⁽¹⁾	furo	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	12,88	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	5,00	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	6,14	Água sujeita a lixiviação de evaporitos
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,00	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,86	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,20	Água continental
			I.T.B.	-0,06	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
61	Bárrio ⁽¹⁾	furo	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	10,84	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	4,94	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,33	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,02	Água sujeita a lixiviação de evaporitos
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,88	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	1,14	Água continental
			I.T.B.	-0,01	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
64	Fervença ⁽¹⁾	nascente	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	14,19	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	4,90	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	5,91	Água sujeita a lixiviação de evaporitos
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,00	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,89	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,19	Água continental
			I.T.B.	-0,04	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
58	Fervença ⁽¹⁾	<p>Gráfico CE-Cl: águas influenciadas por lixiviação de rochas evaporíticas que se intruíram na falha; Gráfico CE-HCO₃: $[\text{HCO}_3^-] > 350 \text{ mg/l}$, água sujeita a lixiviação de rochas evaporíticas e/ou a libertação de CO_2 ao longo dos processos de decomposição biológica, captação localizada nas aluviões (areia com intercalações de lodo); Gráfico CE-Na: $[\text{Na}^+] > 165 \text{ mg/l}$; influência das formações geológicas por onde circulou e/ou contaminação agrícola; Gráfico CE-K: contaminação por efluentes industriais (vidro, cerâmica, explosivos, fertilizantes, lentes, sabões); Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, adubos químicos, tintas); Gráfico CE-Br: contaminação por insecticidas e corantes da indústria de cerâmica e do vidro; Gráfico CE-Mg: $[\text{Mg}^{2+}] > 50 \text{ mg/l}$, água doce sujeita a lixiviação de evaporitos e/ou a efluentes de indústria cerâmica; Gráfico Na-Cl: água de mistura com dissolução de rochas evaporíticas e contaminação industrial (cerâmica) e agropecuária; Gráfico Na-Ca: água doce de mistura com dissolução de rochas evaporíticas e contaminação agrícola; Gráfico K-Cl: água de mistura com dissolução de rochas evaporíticas e fertilizantes;</p> <p>Gráfico NO₃-Cl: dissolução de salmouras; Gráfico Br-Cl: contaminação por cerâmica, vidro, insecticida, águas de escorrência da rodovia; Gráfico Br-SO₄: contaminação por fungicida, vidro, cerâmica, celulose, detergentes, têxteis, tintas</p>
59	Fervença ⁽¹⁾	<p>Gráfico Cl-SO₄: dissolução de evaporitos (gesso) intruídos na falha; Gráfico CE-HCO₃: $[\text{HCO}_3^-] > 350 \text{ mg/l}$, captação localizada na formação do Jurássico (J1ab) (rochas evaporíticas) próxima da falha; Gráfico CE-Mg: $[\text{Mg}^{2+}] > 50 \text{ mg/l}$, água doce influenciada pela lixiviação de evaporitos; Gráfico Na-Cl: dissolução de rochas evaporíticas intruídas na falha (água termal); Gráfico Na-Ca: dissolução de rochas evaporíticas intruídas na falha (água termal); Gráfico K-Cl: dissolução de rochas evaporíticas intruídas na falha; Gráfico NO₃-Cl: dissolução de salmouras</p>
60	Fervença ⁽¹⁾	<p>Gráfico CE-Mg: $[\text{Mg}^{2+}] > 50 \text{ mg/l}$, água doce influenciada pela lixiviação de evaporitos; Gráfico Na-Cl: dissolução de rochas evaporíticas intruídas na falha (água termal); Gráfico Na-Ca: dissolução de rochas evaporíticas intruídas na falha (água termal); Gráfico K-Cl: dissolução de rochas evaporíticas intruídas na falha; Gráfico NO₃-Cl: dissolução de salmouras, não tem nitratos</p>
61	Bárrio ⁽¹⁾	<p>Gráfico CE-Mg: $[\text{Mg}^{2+}] > 50 \text{ mg/l}$, água doce sujeita a lixiviação dos calcários e/ou a contaminação por fertilizantes; Gráfico Na-Cl: água doce; Gráfico NO₃-Cl: poluição por nitratos</p>

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
64	Fervença ⁽¹⁾	Gráfico Cl-SO4: dissolução de evaporitos (gesso) intruídos na falha; Gráfico CE-HCO3: [HCO ₃ ⁻] > 350 mg/l, captação na formação do Jurássico (J1ab) (rochas evaporíticas) próxima da falha; Gráfico CE-Br: presença de insecticidas; Gráfico CE-Mg: [Mg ²⁺] > 50 mg/l, água doce influenciada pela lixiviação de evaporitos; Gráfico Na-Cl: dissolução de rochas evaporíticas intruídas na falha (água termal); Gráfico Na-Ca: dissolução de rochas evaporíticas intruídas na falha (água termal); Gráfico K-Cl: dissolução de rochas evaporíticas intruídas na falha; Gráfico NO3-Cl: dissolução de salmouras; Gráfico Br-Cl: dissolução de rochas evaporíticas; Gráfico Br-SO4: dissolução de rochas evaporíticas

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite
58	furo	Sol. Subs.	Sol. Equil.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	
59	nascente	Sol. Subs.	Sol. Equil.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.
60	furo	Sol. Subs.	Sol. Equil.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.
61	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Equil.	Sol. Subs.	Sol. Equil.	
64	nascente	Sol. Subs.	Sol. Equil.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄ ·2H ₂ O			NaCl		Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH
		gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	hidroxiapatite
58	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Equil.
59	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
60	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
61	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
64	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	

Amostra	Tipo captação	S
		enxofre
58	furo	Sol. Sobres.
59	nascente	Sol. Subs.
60	furo	
61	furo	
64	nascente	

Símbolo	Li	Al	Sc	Ti	V	Cr	Mn
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
58	0,011		0,004	0,0053		0,0008	0,196
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água de rio		água de rio	água de rio		superior à água de rio	superior à água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)		sem informação	sem informação		inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	superior ao limite para consumo humano (Portugal)
Símbolo	Li	Al	Sc	Ti	V	Cr	Mn
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
59	0,023	0,004		0,0009			0,0004
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água de rio	entre água da chuva e água de rio		água do mar			entre água do mar e água da chuva poluída
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)		sem informação			inferior ao limite para consumo humano (Portugal)
Símbolo	Li	Al	Sc	Ti	V	Cr	Mn
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
60	0,026			0,0009			0,0028
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água de rio			água do mar			entre água da chuva poluída e água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)			sem informação			inferior ao limite para consumo humano (Portugal)
Símbolo	Li	Al	Sc	Ti	V	Cr	Mn
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
61	0,013		0,002	0,0011	0,0002		0,0291
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água de rio		água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água da chuva e água de rio		superior à água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)		sem informação	sem informação	sem informação		inferior ao limite para consumo humano (Portugal)

Símbolo	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
58	2,46	0,000402	0,001	0,0007	0,0027	0,00003	0,00003
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água de rio	superior à água de rio	superior à água do mar	entre água da chuva e água de rio	água do mar	água do mar	entre água de rio e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	superior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação
Símbolo	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
59		0,000042	0,0026	0,001	0,0019		0,0001
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998		entre água do mar e água de rio	superior à água do mar	entre água da chuva e água de rio	água do mar		superior à água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos		inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)		sem informação
Símbolo	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
60		0,000156	0,0025	0,0038	0,0085		0,00012
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998		entre água do mar e água de rio	superior à água do mar	superior à água de rio	entre água da chuva e água de rio		superior à água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos		inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)		sem informação
Símbolo	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
61		0,000315	0,0015	0,0171	0,0152		0,00004
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998		superior à água de rio	superior à água do mar	superior à água de rio	água de rio		entre água de rio e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos		inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)		sem informação

Símbolo	As	Se	Rb	Y	Zr	Nb	Mo
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
58	0,00106	0,0026	0,00895	0,000021	0,00002	0,000007	
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água da chuva e água do mar	superior à água de chuva	entre água de rio e água do mar	entre água do mar e água de rio	água do mar	água do mar	
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	superior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	
Símbolo	As	Se	Rb	Y	Zr	Nb	Mo
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
59	0,00206	0,0059	0,00591	0,000019		0,000006	0,0005
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água da chuva e água do mar	superior à água de chuva	entre água de rio e água do mar	entre água do mar e água de rio		água do mar	entre água da chuva e água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	superior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação		inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)
Símbolo	As	Se	Rb	Y	Zr	Nb	Mo
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
60	0,0022	0,0069	0,00663	0,000016		0,000006	0,0003
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água da chuva e água do mar	superior à água de chuva	entre água de rio e água do mar	água do mar		água do mar	entre água da chuva e água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	superior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação		inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)
Símbolo	As	Se	Rb	Y	Zr	Nb	Mo
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
61	0,00042	0,0009	0,00083	0,000062	0,00002		
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água da chuva e água do mar	superior à água de chuva	entre água da chuva e água de rio	água de rio	água do mar		
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação		

Símbolo	Cd	Sb	Cs	Ba	La	Ce	Pr
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
58		0,00003	0,00019	0,167	0,000006	0,000006	
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998		entre água da chuva e água de rio	entre água de rio e água do mar	superior à água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos		inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	superior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação	
Símbolo	Cd	Sb	Cs	Ba	La	Ce	Pr
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
59		0,00003	0,00141	0,079	0,000007	0,000006	
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998		entre água da chuva e água de rio	superior à água do mar	superior à água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos		inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação	
Símbolo	Cd	Sb	Cs	Ba	La	Ce	Pr
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
60		0,00003	0,00145	0,0647	0,000007	0,00001	
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998		entre água da chuva e água de rio	superior à água do mar	superior à água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos		inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação	
Símbolo	Cd	Sb	Cs	Ba	La	Ce	Pr
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
61	0,00002	0,00025	0,000036	0,133	0,000019	0,000007	0,000003
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água de rio	água do mar	entre água de rio e água do mar	superior à água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	superior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação	

Símbolo	Nd	Sm	Gd	Dy	Er	Yb	Tl
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
58	0,000007	0,000002	0,000002	0,000003	0,000003	0,000004	0,000004
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (US EPA)
Símbolo	Nd	Sm	Gd	Dy	Er	Yb	Tl
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
59	0,000005	0,000002					0,000151
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio				superior à água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	sem informação	sem informação				inferior ao limite para consumo humano (US EPA)
Símbolo	Nd	Sm	Gd	Dy	Er	Yb	Tl
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
60	0,000003	0,000002	0,000002	0,000002			0,000104
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio		superior à água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação		inferior ao limite para consumo humano (US EPA)
Símbolo	Nd	Sm	Gd	Dy	Er	Yb	Tl
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
61	0,000015	0,000004	0,000004	0,000004	0,000004	0,000002	0,000004
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (US EPA)

Símbolo	Pb	Th	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
58	0,00008	0,000002	0,000026
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água do mar e água da chuva	entre água do mar e água da chuva	entre água da chuva e água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (França)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)
Símbolo	Pb	Th	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
59	0,00006		0,000302
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água do mar e água da chuva		entre água de rio e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)		inferior ao limite para consumo humano (WHO)
Símbolo	Pb	Th	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
60	0,00017		0,00013
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água do mar e água da chuva		entre água de rio e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)		inferior ao limite para consumo humano (WHO)
Símbolo	Pb	Th	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
61	0,00003		0,00562
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água do mar		superior à água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)		inferior ao limite para consumo humano (WHO)

Amostra	Interpretação das razões isotópicas de $^2\text{H}/^1\text{H}$ e de $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$
58	Água doce de origem da água universal, provavelmente a iniciar o fenómeno de intrusão salina
59	Água termal de origem da água universal, sujeita ao fenómeno de dissolução de rochas evaporíticas
60	Água termal sujeita ao fenómeno de dissolução de rochas evaporíticas
61	Água doce proveniente de um regime climático diferente do actual ou de alterações durante a infiltração até ao aquífero

Qualidade da água para consumo humano através dos parâmetros químicos analisados (a cruz assinala o parâmetro acima do valor permitido por lei; espaço pintado a cor cinzenta significa parâmetro não analisado)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	F ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Sb	As	Br ⁻	Cd	Cr	Cu	Pb	Hg	Ni	Se	Al	Ca ²⁺	Cl ⁻	CE	DT	pH	Fe	Mg ²⁺	Mn	SO ₄ ²⁻
58	Fervença ⁽¹⁾	furo						X							X		X	X	X			X	X	X	
59	Fervença ⁽¹⁾	nascente													X		X	X	X				X		X
60	Fervença ⁽¹⁾	furo	X												X		X	X	X				X		X
61	Bárrio ⁽¹⁾	furo															X						X		
64	Fervença ⁽¹⁾	nascente															X	X	X				X		X

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Na ⁺	PO ₄ ³⁻	K ⁺	Be	Ba	Bi	Co	S	Sn	Sr	P	I	Li	Mo	Nb	Ag	Tl	Te	Th	U	W	V	Zn
58	Fervença ⁽¹⁾	furo	X		X		X																		
59	Fervença ⁽¹⁾	nascente	X																						
60	Fervença ⁽¹⁾	furo	X																						
61	Bárrio ⁽¹⁾	furo					X																		
64	Fervença ⁽¹⁾	nascente	X																						

Amostra	Qualidade da água para rega através da Classificação SAR
58	C4-S2
59	C4-S4
60	C4-S4
61	C3-S1
64	C4-S4

b) Massa de água do Maciço Calcário Estremenho

A interpretação dos resultados encontra-se no **quadro 5.XXIII**.

Quadro 5.XXIII – Interpretação dos resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Fevereiro de 2012 da massa de água do Maciço Calcário Estremenho⁽⁴⁾

Amostra	Número dos quadrantes onde estão projectados os pontos no Diagrama Piper	Tipos hidroquímicos	Interpretação final tendo em atenção o resultado do Diagrama Stiff Modificado
65	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
65	Alcobaça ⁽⁴⁾	nascente	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	9,14	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	4,25	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,87	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,02	Água sujeita a lixiviação de evaporitos
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,90	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina e/ou do mineral halite
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,08	Água continental
			I.T.B.	0,25	Água sujeita a fenómenos de fixação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas em troca dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
65	Alcobaça ⁽⁴⁾	Gráfico CE-Mg: $[\text{Mg}^{2+}] > 50 \text{ mg/l}$, água doce influenciada pela lixiviação dos calcários e/ou contaminação por efluentes da indústria de rações agropecuárias; Gráfico Na-Cl: água doce

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO_4	CaCO_3	CaCO_3		$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	CaF_2
		anidrite	aragonite	calcite	$\text{CO}_2(\text{g})$	dolomite	fluorite
65	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Equil.	Sol. Subs.	Sol. Equil.	

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$			NaCl		KCl
		gesso	$\text{H}_2(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	Halite	$\text{O}_2(\text{g})$	silvite
65	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.

Qualidade da água para consumo humano através dos parâmetros químicos analisados (a cruz assinala o parâmetro acima do valor permitido por lei; espaço pintado a cor cinzenta significa parâmetro não analisado)																		
Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	F ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Sb	As	Br ⁻	Cd	Cr	Cu	Pb	Hg	Ni	Se	Al	Ca ²⁺	Cl ⁻
65	Alcobaça ⁽⁴⁾	nascente																
Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Na ⁺	PO ₄ ³⁻	K ⁺	Be	Ba	Bi	Co	S	Sn	Sr	P	I	Li	Mo	Nb	Ag
65	Alcobaça ⁽⁴⁾	nascente																
Qualidade da água para rega através da Classificação SAR																		
Amostra																		
65	C3-S1																	

5.2.2.2 – Interpretação de Março/2012

No mês de Março de 2012 analisaram-se dez águas subterrâneas, sendo seis localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste, três na massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré e uma na massa de água de Alpedriz.

a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

A interpretação dos resultados encontra-se no **quadro 5.XXIV**.

Quadro 5.XXIV – Interpretação dos resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Março de 2012 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

Amostra	Número dos quadrantes onde estão projectados os pontos no Diagrama Piper	Tipos hidroquímicos	Interpretação final tendo em atenção o resultado do Diagrama Stiff Modificado
1b	12, 3, 7	Água cloretada e/ou sulfatada sódica	Água cloretada sódica
10b	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista
33b	9, 4, 8	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água mista

Amostra	Número dos quadrantes onde estão projectados os pontos no Diagrama Piper	Tipos hidroquímicos	Interpretação final tendo em atenção o resultado do Diagrama Stiff Modificado
34b	9, 4, 7	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água cloretada mista
37b	12, 3, 7	Água cloretada e/ou sulfatada sódica	Água cloretada sódica
48b	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
1b	Nasce Água ⁽¹⁾	furo	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	0,26	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	0,23	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	4,20	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,06	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,65	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,12	Água continental
			I.T.B.	-1,65	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
10b	Maiorga ⁽¹⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	7,98	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	5,53	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,53	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,12	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,85	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,40	Água continental
			I.T.B.	-3,77	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
33b	Nazaré ⁽¹⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	16,20	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	4,88	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,59	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,17	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,88	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	1,05	Água continental
			I.T.B.	-7,26	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
34b	Nazaré ⁽¹⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	24,97	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	5,72	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	4,49	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,03	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,89	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,15	Água continental
			I.T.B.	-0,43	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
37b	Bárrio ⁽¹⁾	nascente	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	11,83	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	5,64	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	3,53	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,00	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,87	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,16	Água continental
			I.T.B.	-0,03	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
48b	Quinta São Gião ⁽¹⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	7,68	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	4,48	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,62	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,34	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,86	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,25	Água continental em contacto com o diapiro
			I.T.B.	-6,77	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
1b	Nasce Água ⁽¹⁾	Gráfico CE-Ca: $[\text{Ca}^{2+}] < 10 \text{ mg/l}$; Gráfico Na-Cl: mesma origem, água doce; Gráfico Na-Ca: água doce sujeita a contaminação agrícola, detergentes, borracha, aditivo gasolina
10b	Maiorga ⁽¹⁾	Gráfico CE-K: $20 \text{ mg/l} < [\text{K}^+] < 30 \text{ mg/l}$ e $\text{CE} < 2000 \mu\text{S/cm}$, contaminação por fertilizantes; Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos, alimentar); Gráfico Na-Cl: água doce
33b	Nazaré ⁽¹⁾	Gráfico CE-NO3: contaminação agrícola; Gráfico CE-K: $20 \text{ mg/l} < [\text{K}^+] < 30 \text{ mg/l}$ e $\text{CE} < 2000 \mu\text{S/cm}$, contaminação por fertilizantes; Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos, alimentar); Gráfico CE-Br: presença de insecticidas; Gráfico CE-PO4: $[\text{PO}_4^{3-}] > 1 \text{ mg/l}$, contaminação por: fertilizantes, pesticidas, detergentes, dejectos fecais e/ou suplementos da alimentação animal; Gráfico Na-Cl: dissolução da halite da rocha evaporítica e/ou da plagioclase das areias arcóscas por onde a água circulou; Gráfico NO3-Cl: poluição por nitratos; Gráfico Br-Cl: presença de insecticidas; Gráfico Br-SO4: presença de fungicidas

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
34b	Nazaré ⁽¹⁾	Gráfico CE-Cl: contaminação pelas actividades antrópicas (rega, pesticidas); Gráfico Cl-SO4: $[\text{SO}_4^{2-}] < 150 \text{ mg/l}$ água doce sujeita a interacção água-rocha e a contaminação por actividades humanas; Gráfico CE-K: $20 \text{ mg/l} < [\text{K}^+] < 30 \text{ mg/l}$ e $\text{CE} < 2000 \mu\text{S/cm}$, indica tempo quente e seco e/ou contaminação agrícola (fertilizantes); Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos, alimentar); Gráfico Na-Cl: água de mistura com contaminação pelas actividades antrópicas (agrícola, lixo no interior do poço); Gráfico Na-Ca: água doce sujeita a contaminação agrícola [concentração em ião sódio (Na^+) superior à do ião cálcio (Ca^{2+})]; Gráfico NO3-Cl: água sujeita, em simultâneo, a contaminação e a intrusão salina
37b	Bárrio ⁽¹⁾	Gráfico CE-Na: $[\text{Na}^+] > 200 \text{ mg/l}$, influência das formações geológicas por onde a água circulou; Gráfico CE-K: dissolução de evaporitos; Gráfico CE-Mg: $[\text{Mg}^{2+}] > 50 \text{ mg/l}$, água doce influenciada pela dissolução de evaporitos e/ou pelas águas de escorrência das rodovias; Gráfico Na-Cl: dissolução de rochas evaporíticas intruídas na falha; Gráfico Na-Ca: dissolução de rochas evaporíticas intruídas na falha; Gráfico K-Cl: dissolução de rochas evaporíticas intruídas na falha; Gráfico NO3-Cl: dissolução de salmouras
48b	Quinta São Gião ⁽¹⁾	Gráfico CE-K: $20 \text{ mg/l} < [\text{K}^+] < 30 \text{ mg/l}$ e $\text{CE} < 2000 \mu\text{S/cm}$, contaminação por fertilizantes; Gráfico CE-Br: presença de insecticidas; Gráfico CE-PO4: $[\text{PO}_4^{3-}] < 1 \text{ mg/l}$, água doce; Gráfico Na-Cl: dissolução da halite da rocha evaporítica e/ou da plagioclase das areias arcóicas por onde a água circulou; Gráfico Br-Cl: presença de insecticidas; Gráfico Br-SO4: presença de fungicidas

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite
1b	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
10b	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Equil.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
33b	poço	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	
34b	poço	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	
37b	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Equil.	Sol. Subs.	Sol. Equil.	Sol. Subs.
48b	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄ .2H ₂ O			NaCl		Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH
		gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	hidroxiapatite
1b	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
10b	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
33b	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.
34b	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
37b	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
48b	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.

Amostra	Tipo captação	KCl
		silvite
1b	furo	Sol. Subs.
10b	poço	Sol. Subs.
33b	poço	Sol. Subs.
34b	poço	Sol. Subs.
37b	nascente	Sol. Subs.
48b	poço	Sol. Subs.

Símbolo	Cu	Zn	Sr	Ba	P	S
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES
33b	0,005	0,009	0,41	0,08	0,9	48
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água de rio	entre água da chuva e água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio	superior à água do mar	superior à água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	superior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)

Amostra	Interpretação das razões isotópicas de ² H/ ¹ H e de ¹⁸ O/ ¹⁶ O
48b	Água doce provavelmente a iniciar o fenómeno de intrusão salina

Qualidade da água para consumo humano através dos parâmetros químicos analisados (a cruz assinala o parâmetro acima do valor permitido por lei; espaço pintado a cor cinzenta significa parâmetro não analisado)																			
Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	F ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Sb	As	Br ⁻	Cd	Cr	Cu	Pb	Hg	Ni	Se	Al	Ca ²⁺	Cl ⁻	CE
1b	Nasce Água ⁽¹⁾	furo																	
10b	Maiorga ⁽¹⁾	poço																	
33b	Nazaré ⁽¹⁾	poço		X				X									X		
34b	Nazaré ⁽¹⁾	poço															X	X	X
37b	Bárrio ⁽¹⁾	nascente															X	X	X
48b	Quinta São Gião ⁽¹⁾	poço						X											
Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Na ⁺	PO ₄ ³⁻	K ⁺	Be	Ba	Bi	Co	S	Sn	Sr	P	I	Li	Mo	Nb	Ag	Tl
1b	Nasce Água ⁽¹⁾	furo																	
10b	Maiorga ⁽¹⁾	poço																	
33b	Nazaré ⁽¹⁾	poço			X								X						
34b	Nazaré ⁽¹⁾	poço	X		X														
37b	Bárrio ⁽¹⁾	nascente	X																
48b	Quinta São Gião ⁽¹⁾	poço			X														
Amostra	Qualidade da água para rega através da Classificação SAR																		
1b	C2-S1																		
10b	C3-S1																		
33b	C3-S1																		
34b	C4-S2																		
37b	C4-S3																		
48b	C3-S1																		

b) Massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré

A interpretação dos resultados encontra-se no **quadro 5.XXV**.

Quadro 5.XXV – Interpretação dos resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Março de 2012 da massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré

Amostra	Número dos quadrantes onde estão projectados os pontos no Diagrama Piper	Tipos hidroquímicos	Interpretação final tendo em atenção o resultado do Diagrama Stiff Modificado
8b	9, 4, 5(8)	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água sulfatada mista
12b	9, 4, 8	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água mista
21b	9, 4, 8	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água mista

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
8b	Valado dos Frades ⁽²⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	11,56	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	1,24	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	1,54	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,30	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,85	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	1,61	Água continental
			I.T.B.	-6,47	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
12b	Maiorga ⁽²⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	5,60	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	2,50	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,66	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,07	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,87	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,83	Água continental
			I.T.B.	-2,61	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
21b	Ferraria ⁽²⁾	nascente	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	2,44	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	0,93	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,90	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,10	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,85	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,78	Água continental
			I.T.B.	-1,93	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
8b	Valado dos Frades ⁽²⁾	<p>Gráfico CE-HCO3: $[\text{HCO}_3^-] < 50 \text{ mg/l}$, captação localizada na formação do Plio-Plistocénico (alternância de areias e bancadas finas de calcário margoso); Gráfico CE-NO3: contaminação agrícola; Gráfico CE-K: $20 \text{ mg/l} < [\text{K}^+] < 30 \text{ mg/l}$ e $\text{CE} < 2000 \mu\text{S/cm}$, contaminação por fertilizantes; Gráfico CE-Br: presença de insecticidas; Gráfico CE-Mg: $[\text{Mg}^{2+}] > 50 \text{ mg/l}$, água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por fertilizantes; Gráfico Na-Cl: mesma origem, água doce; Gráfico NO3-Cl: poluição por nitratos; Gráfico Br-Cl: presença de insecticidas; Gráfico Br-SO4: presença de fungicidas</p>

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
12b	Maiorga ⁽²⁾	Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos, alimentar); Gráfico Na-Cl: água doce
21b	Ferraria ⁽²⁾	Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por fertilizantes; Gráfico Na-Cl: água doce; Gráfico NO3-Cl: água doce; Gráfico NO3-Cl: poluição por nitratos

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite
8b	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
12b	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
21b	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄ ·2H ₂ O			NaCl		Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH
		gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	hidroxiapatite
8b	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
12b	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
21b	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	

Amostra	Tipo captação	KCl
		silvite
8b	poço	Sol. Subs.
12b	poço	Sol. Subs.
21b	nascente	Sol. Subs.

Qualidade da água para consumo humano através dos parâmetros químicos analisados (a cruz assinala o parâmetro acima do valor permitido por lei; espaço pintado a cor cinzenta significa parâmetro não analisado)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	F ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Sb	As	Br ⁻	Cd	Cr	Cu	Pb	Hg	Ni	Se	Al	Ca ²⁺	Cl ⁻	CE	DT	pH	Fe	Mg ²⁺	Mn	SO ₄ ²⁻
8b	Valado dos Frades ⁽²⁾	poço		X													X						X		
12b	Maiorga ⁽²⁾	poço																							
21b	Ferraria ⁽²⁾	nascente																							

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Na ⁺	PO ₄ ³⁻	K ⁺	Be	Ba	Bi	Co	S	Sn	Sr	P	I	Li	Mo	Nb	Ag	Tl	Te	Th	U	W	V	Zn
8b	Valado dos Frades ⁽²⁾	poço			X																				
12b	Maiorga ⁽²⁾	poço																							
21b	Ferraria ⁽²⁾	nascente																							

Amostra	Qualidade da água para rega através da Classificação SAR
8b	C3-S1
12b	C3-S1
21b	C2-S1

c) Massa de água de Alpedriz

A interpretação dos resultados encontra-se no **quadro 5.XXVI**.

Quadro 5.XXVI – Interpretação dos resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Março de 2012 da massa de água de Alpedriz

Amostra	Número dos quadrantes onde estão projectados os pontos no Diagrama Piper	Tipos hidroquímicos	Interpretação final tendo em atenção o resultado do Diagrama Stiff Modificado
18b	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
18b	Montes ⁽³⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	9,80	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	3,04	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,28	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,66	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,88	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	1,20	Água continental
			I.T.B.	-22,93	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
18b	Montes ⁽³⁾	Gráfico CE-NO3: contaminação agrícola; Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por fertilizantes; Gráfico CE-Mg: $[Mg^{2+}] > 50 \text{ mg/l}$, água doce sujeita a lixiviação de evaporitos e/ou a efluentes de indústrias: cerâmica, têxtil (corante), metalúrgica, fertilizantes, baterias, borracha, plásticos, papel; Gráfico CE-PO4: $[PO_4^{3-}] < 1 \text{ mg/l}$, água doce; Gráfico Na-Cl: água doce; Gráfico NO3-Cl: poluição por nitratos

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite
18b	poço	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄ .2H ₂ O			NaCl		Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH
		gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	hidroxiapatite
18b	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.

Amostra	Tipo captação	KCl
		silvite
18b	poço	Sol. Subs.

Qualidade da água para consumo humano através dos parâmetros químicos analisados (a cruz assinala o parâmetro acima do valor permitido por lei; espaço pintado a cor cinzenta significa parâmetro não analisado)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	F ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Sb	As	Br ⁻	Cd	Cr	Cu	Pb	Hg	Ni	Se	Al	Ca ²⁺	Cl ⁻	CE	DT	pH	Fe	Mg ²⁺	Mn	SO ₄ ²⁻
18b	Montes ⁽³⁾	poço		X													X						X		

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Na ⁺	PO ₄ ³⁻	K ⁺	Be	Ba	Bi	Co	S	Sn	Sr	P	I	Li	Mo	Nb	Ag	Tl	Te	Th	U	W	V	Zn
18b	Montes ⁽³⁾	poço			X																				

Amostra	Qualidade da água para rega através da Classificação SAR
18b	C3-S1

5.2.2.3 – Interpretação de Julho/2012

No mês de Julho de 2012 analisaram-se 24 águas subterrâneas, sendo 15 localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste, oito na massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré e uma na massa de água de Alpedriz.

a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

A interpretação dos resultados encontra-se no **quadro 5.XXVII**.

Quadro 5.XXVII – Interpretação dos resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Julho de 2012 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

Amostra	Número dos quadrantes onde estão projectados os pontos no Diagrama Piper	Tipos hidroquímicos	Interpretação final tendo em atenção o resultado do Diagrama Stiff Modificado
24b	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista
26b	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista
32b	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista
33c	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista
35b	9, 4, 7	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água cloretada mista
42b	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista
43b	10(11), 4(3), 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica a água bicarbonatada sódica	Água bicarbonatada mista
44b	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista
45b	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista
47b	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista
48c	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista
64b	12, 3, 7	Água cloretada e/ou sulfatada sódica	água cloretada sódica
70	9, 4, 8	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água mista
72	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista
75	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
24b	Fervença ⁽¹⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	11,29	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	8,15	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,93	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,02	Água sujeita a lixiviação de evaporitos
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,82	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,10	Água continental
			I.T.B.	-0,69	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
26b	Alcobaça ⁽¹⁾	furo	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	5,80	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	3,85	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,71	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,04	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,83	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,16	Água continental
			I.T.B.	-1,37	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
32b	Fervença ⁽¹⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	6,96	Existe troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	4,57	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,90	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,02	Água sujeita a lixiviação de evaporitos
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,87	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,04	Água saturada em sulfato de cálcio em contacto com a halite
			I.T.B.	-0,32	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
33c	Nazaré ⁽¹⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	12,65	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	5,38	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,33	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,16	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,86	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,61	Água continental
			I.T.B.	-10,29	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
35b	Valado dos Frades ⁽¹⁾	nascente	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	8,44	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	0,33	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	3,15	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,04	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,97	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,50	Água continental
			I.T.B.	-3,28	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
42b	Bárrio ⁽¹⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	12,29	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	5,15	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,21	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,05	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,91	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina e/ou do mineral halite
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	1,71	Água continental
			I.T.B.	-3,00	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
43b	Bárrio ⁽¹⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	1,42	Existe troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	4,41	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,21	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,05	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,36	Água continental
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	1,73	Água continental
			I.T.B.	-3,56	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
44b	Quinta São Gião ⁽¹⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	8,43	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	5,03	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,45	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,23	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,83	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,07	Água continental
			I.T.B.	-9,96	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
45b	Quinta São Gião ⁽¹⁾	furo	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	4,49	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	4,43	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,84	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,02	Água sujeita a lixiviação de evaporitos
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,73	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,14	Água continental
			I.T.B.	-0,72	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
47b	Nazaré ⁽¹⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	9,49	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	5,00	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,63	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,06	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,87	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,18	Água continental
			I.T.B.	-2,25	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
48c	Quinta São Gião ⁽¹⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	11,52	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	4,90	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,35	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,48	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,91	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina e/ou do mineral halite
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,35	Água continental
			I.T.B.	-20,17	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
64b	Fervença ⁽¹⁾	nascente	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	7,77	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	4,88	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	4,25	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,01	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,85	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,26	Água continental
			I.T.B.	-2,06	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
24b	Fervença ⁽¹⁾	Gráfico CE-Cl: águas influenciadas por lixiviação de rochas evaporíticas que se intruíram na falha; Gráfico Cl-SO4: dissolução de evaporitos (gesso) intruídos na falha; Gráfico CE-HCO3: $[\text{HCO}_3^-] > 350 \text{ mg/l}$, água sujeita a lixiviação de rochas evaporíticas e/ou a libertação de CO_2 ao longo dos processos de decomposição biológica, captação localizada nas aluviões (areia com intercalações de lodo); Gráfico CE-Na: $[\text{Na}^+] > 165 \text{ mg/l}$; influência das formações geológicas por onde a água circulou e/ou da contaminação agrícola; Gráfico CE-Mg: $[\text{Mg}^{2+}] > 50 \text{ mg/l}$, água doce sujeita a lixiviação de evaporitos e/ou contaminação por efluentes de indústria cerâmica e têxtil (corante); Gráfico Na-Cl: água doce com mistura de dissolução de rochas evaporíticas e de contaminação agrícola; Gráfico Na-Ca: água doce com mistura de dissolução de rochas evaporíticas e de contaminação agrícola; Gráfico K-Cl: dissolução de rochas evaporíticas intruídas na falha; Gráfico NO3-Cl: dissolução de salmouras, não tem nitratos
26b	Alcobaça ⁽¹⁾	Gráfico CE-Mg: $[\text{Mg}^{2+}] > 50 \text{ mg/l}$, água doce sujeita a lixiviação dos calcários e/ou a contaminação por fertilizantes ; Gráfico Na-Cl: água doce
32b	Fervença ⁽¹⁾	Gráfico Na-Cl: água doce
33c	Nazaré ⁽¹⁾	Gráfico CE-NO3: contaminação agrícola; Gráfico CE-K: $20 \text{ mg/l} < [\text{K}^+] < 30 \text{ mg/l}$ e $\text{CE} < 2000 \mu\text{S/cm}$, contaminação por fertilizantes; Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos, alimentar); Gráfico Na-Cl: dissolução da halite da rocha evaporítica e/ou da plagioclase das areias arcósicas por onde a água circulou; Gráfico NO3-Cl: poluição por nitratos
35b	Valado dos Frades ⁽¹⁾	Gráfico Na-Cl: mesma origem, água doce
42b	Bárrio ⁽¹⁾	Gráfico CE-Mg: $[\text{Mg}^{2+}] > 50 \text{ mg/l}$, água doce influenciada pela lixiviação dos calcários e/ou contaminação por fertilizantes; Gráfico Na-Cl: água doce; Gráfico NO3-Cl: poluição por nitratos
43b	Bárrio ⁽¹⁾	Gráfico Na-Cl: água doce; Gráfico Na-Ca: água doce sujeita a contaminação agrícola [concentração em ião sódio (Na^+) superior à do ião cálcio (Ca^{2+})]; Gráfico NO3-Cl: poluição por nitratos

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
44b	Quinta São Gião ⁽¹⁾	Gráfico CE-NO3: contaminação agrícola; Gráfico CE-K: $20 \text{ mg/l} < [\text{K}^+] < 30 \text{ mg/l}$ e $\text{CE} < 2000 \text{ }\mu\text{S/cm}$, contaminação por fertilizantes; Gráfico Na-Cl: dissolução da halite da rocha evaporítica e/ou da plagioclase das areias arcósicas por onde a água circulou; Gráfico NO3-Cl: poluição por nitratos evidente
45b	Quinta São Gião ⁽¹⁾	Gráfico CE-NO3: contaminação agrícola; Gráfico Na-Cl: dissolução da halite da rocha evaporítica e/ou da plagioclase das areias arcósicas por onde a água circulou; Gráfico Na-Ca: água doce sujeita a contaminação agrícola [concentração em ião sódio (Na^+) superior à do ião cálcio (Ca^{2+})]; Gráfico NO3-Cl: poluição por nitratos
47b	Nazaré ⁽¹⁾	Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos, alimentar); Gráfico CE-Br: presença de insecticidas; Gráfico Na-Cl: dissolução da halite da rocha evaporítica e/ou da plagioclase das areias arcósicas por onde a água circulou; Gráfico Br-Cl: presença de insecticidas; Gráfico Br-SO4: presença de fungicidas
48c	Quinta São Gião ⁽¹⁾	Gráfico CE-K: $20 \text{ mg/l} < [\text{K}^+] < 30 \text{ mg/l}$ e $\text{CE} < 2000 \text{ }\mu\text{S/cm}$, contaminação por fertilizantes; Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos, alimentar); Gráfico CE-NO2: contaminação recente procedente de material vegetal ou animal; Gráfico CE-PO4: $[\text{PO}_4^{3-}] > 1 \text{ mg/l}$ contaminação por: fertilizantes, pesticidas, detergentes, dejectos fecais e/ou suplementos da alimentação animal; Gráfico Na-Cl: dissolução da halite da rocha evaporítica e/ou da plagioclase das areias arcósicas por onde a água circulou
64b	Fervença ⁽¹⁾	Gráfico CE-Cl: águas influenciadas por lixiviação de rochas evaporíticas que se intruíram na falha; Gráfico CE-HCO3: $[\text{HCO}_3^-] > 350 \text{ mg/l}$, captação na formação do Jurássico (J_{ab}^1) (rochas evaporíticas) próxima da falha; Gráfico CE-K: $20 \text{ mg/l} < [\text{K}^+] < 30 \text{ mg/l}$ e $\text{CE} < 2000 \text{ }\mu\text{S/cm}$, contaminação por fertilizantes; Gráfico CE-F: $1 \text{ mg/l} < [\text{F}^-] < 10 \text{ mg/l}$, água influenciada pela dissolução de evaporitos e/ou contaminação por fertilizantes; Gráfico Na-Cl: água doce com mistura de dissolução de rochas evaporíticas com contaminação agrícola; Gráfico Na-Ca: água doce com mistura de dissolução de rochas evaporíticas com contaminação agrícola; Gráfico K-Cl: água com mistura de dissolução de rochas evaporíticas com fertilizantes; Gráfico NO3-Cl: dissolução de salmouras, não tem nitratos

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
70	Fervença ⁽¹⁾	Gráfico CE-K: contaminação por efluentes industriais (vidro, cerâmica, explosivos, fertilizantes, lentes, sabões); Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos, alimentar); Gráfico CE-Mg: $[Mg^{2+}] > 50 \text{ mg/l}$, água doce influenciada por lixiviação de evaporitos e/ou contaminação por efluentes de indústria cerâmica e têxtil (corante); Gráfico CE-F: $1 \text{ mg/l} < [F^-] < 10 \text{ mg/l}$, contaminação por fertilizantes; vidro, têxteis, metais, plásticos; Gráfico Na-Cl: água doce; Gráfico K-Cl: contaminação por fertilizantes, têxteis, tintas
72	Quinta São Gião ⁽¹⁾	Gráfico CE-HCO₃: $[HCO_3^-] > 600 \text{ mg/l}$, ião hidrogenocarbonato tem origem biológica (libertação de CO ₂ durante o processo de decomposição biológica) (água amarela, algas e lixo) (Eh=-200 mV); Gráfico CE-K: $20 \text{ mg/l} < [K^+] < 30 \text{ mg/l}$ e CE < 2000 $\mu\text{S/cm}$, contaminação por fertilizantes; Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimento de couros, alimentar); Gráfico CE-Br: presença de insecticidas; Gráfico Na-Cl: água com contaminação por actividades antrópicas (agrícola, lixo no interior do poço); Gráfico Na-Ca: água doce sujeita a contaminação agrícola [concentração em ião sódio (Na ⁺) superior à do ião cálcio (Ca ²⁺)]; Gráfico NO₃-Cl: dissolução de salmouras; não tem nitratos; Gráfico Br-Cl: presença de insecticidas; Gráfico Br-SO₄: presença de fungicidas
75	Nazaré ⁽¹⁾	Gráfico Na-Cl: mesma origem, água doce; Gráfico NO₃-Cl: poluição por nitratos

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite
24b	poço	Sol. Subs.	Sol. Equil.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	
26b	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
32b	poço	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	
33c	poço	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	
35b	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
42b	poço	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.
43b	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
44b	poço	Sol. Subs.	Sol. Equil.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	
45b	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
47b	poço	Sol. Subs.	Sol. Equil.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	
48c	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Equil.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
64b	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Equil.
70	poço	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Sobres.
72	poço	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	
75	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄ .2H ₂ O			NaCl		Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH
		gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	hidroxiapatite
24b	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
26b	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
32b	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
33c	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
35b	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
42b	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
43b	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
44b	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
45b	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
47b	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
48c	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
64b	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
70	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
72	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.
75	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	

Amostra	Tipo captação	KCl
		silvite
24b	poço	Sol. Subs.
26b	furo	Sol. Subs.
32b	poço	Sol. Subs.
33c	poço	Sol. Subs.
35b	nascente	Sol. Subs.
42b	poço	Sol. Subs.
43b	poço	Sol. Subs.
44b	poço	Sol. Subs.
45b	furo	Sol. Subs.
47b	poço	Sol. Subs.
48c	poço	Sol. Subs.
64b	nascente	Sol. Subs.
70	poço	Sol. Subs.
72	poço	Sol. Subs.
75	furo	Sol. Subs.

Símbolo	Li	Al	Sc	Ti	V	Mn	Fe
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
26b	0,013	0,003	0,002	0,001		0,0054	
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água de rio	água da chuva	água de rio	água do mar		água de rio	
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação		inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	
Símbolo	Li	Al	Sc	Ti	V	Mn	Fe
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
35b		0,033	0,002	0,0013	0,0007	0,0129	0,02
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998		entre água da chuva e água de rio	água de rio	água de rio	entre água da chuva e água de rio	água de rio	entre água da chuva e água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos		inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)

Símbolo	Li	Al	Sc	Ti	V	Mn	Fe
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
45b	0,004			0,0007		0,0006	
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água de rio			água do mar		entre água do mar e água da chuva poluída	
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)			sem informação		inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	
Símbolo	Li	Al	Sc	Ti	V	Mn	Fe
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
47b (ICP-OES)						0,11	0,44
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998						superior à água de rio	superior à água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos						superior ao limite para consumo humano (Portugal)	superior ao limite para consumo humano (Portugal)
Símbolo	Li	Al	Sc	Ti	V	Mn	Fe
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
48c (ICP-OES)						0,16	0,06
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998						superior à água de rio	superior à água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos						superior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)
Símbolo	Li	Al	Sc	Ti	V	Mn	Fe
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
64b	0,025	0,003		0,001		0,0003	
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água de rio	água da chuva		água do mar		entre água do mar e água da chuva poluída	
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)		sem informação		inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	

Símbolo	Co	Ni	Cu	Zn	Ge	As	Se
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
26b	0,000207	0,0022	0,0023	0,0161	0,00012	0,0004	
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água de rio	superior à água do mar	entre água da chuva e água de rio	entre água de rio e água da chuva poluída	superior à água de rio	entre água da chuva e água de rio	
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	
Símbolo	Co	Ni	Cu	Zn	Ge	As	Se
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
35b	0,000044		0,0004	0,0063		0,00073	
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água do mar e água de rio		entre água do mar e água da chuva	entre água da chuva e água de rio		entre água da chuva e água de rio	
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)		inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)		inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	
Símbolo	Co	Ni	Cu	Zn	Ge	As	Se
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
45b			0,0019	0,0105	0,00002	0,00093	
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998			entre água da chuva e água de rio	entre água da chuva e água de rio	entre água de rio e água do mar	entre água da chuva e água de rio	
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos			inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	
Símbolo	Co	Ni	Cu	Zn	Ge	As	Se
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
47b (ICP-OES)							
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998							
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos							

Símbolo	Co	Ni	Cu	Zn	Ge	As	Se
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
48c ^(ICP-OES)				0,028			
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998				entre água de rio e água da chuva poluída			
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos				inferior ao limite para consumo humano (Portugal)			
Símbolo	Co	Ni	Cu	Zn	Ge	As	Se
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
64b		0,0004	0,0006	0,0076	0,00011	0,00243	0,0064
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998		entre água de rio e água do mar	entre água da chuva e água de rio	entre água da chuva e água de rio	superior à água de rio	entre água da chuva e água de rio	superior à água da chuva
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos		inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	superior ao limite para consumo humano (Portugal)
Símbolo	Rb	Sr	Y	Nb	Mo	Cd	Sb
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
26b	0,0103	0,11	0,000018			0,00004	0,00013
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água de rio e água do mar	água de rio	entre água do mar e água de rio			água de rio	água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	sem informação			inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)

Símbolo	Rb	Sr	Y	Nb	Mo	Cd	Sb
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
35b	0,00454	0,0766	0,000014				0,00002
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água de rio e água do mar	água de rio	água do mar				água da chuva
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	sem informação				inferior ao limite para consumo humano (Portugal)
Símbolo	Rb	Sr	Y	Nb	Mo	Cd	Sb
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
45b	0,00117	> 0,2	0,000007				
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água de rio e água do mar	água de rio	água da chuva				
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	sem informação				
Símbolo	Rb	Sr	Y	Nb	Mo	Cd	Sb
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
47b ^(ICP-OES)		0,4					
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998		água de rio					
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos		inferior ao limite para consumo humano (Rússia)					
Símbolo	Rb	Sr	Y	Nb	Mo	Cd	Sb
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
48c ^(ICP-OES)		0,17					
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998		água de rio					
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos		inferior ao limite para consumo humano (Rússia)					

Símbolo	Rb	Sr	Y	Nb	Mo	Cd	Sb
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
64b	0,0073	> 0,2	0,000029	0,000008	0,0002		0,00003
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água de rio e água do mar	água de rio	entre água do mar e água de rio	água do mar	entre água da chuva e água de rio		água da chuva
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)		inferior ao limite para consumo humano (Portugal)

Símbolo	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
26b	0,000123	0,0975	0,000014	0,000016	0,000003	0,000013	0,000003
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água de rio e água do mar	superior à água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	sem informação

Símbolo	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
35b	0,000028	0,0122	0,000013	0,000025	0,000005	0,000022	0,000004
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água de rio	água do mar	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	sem informação

Símbolo	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
45b	0,000009	0,147	0,000004	0,000004			0,000002
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água de rio	superior à água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio			entre água do mar e água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	superior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação			sem informação

Símbolo	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
47b ^(ICP-OES)		0,03					
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998		água de rio					
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos		inferior ao limite para consumo humano (Portugal)					
Símbolo	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
48c ^(ICP-OES)		0,06					
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998		água de rio					
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos		inferior ao limite para consumo humano (Portugal)					
Símbolo	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
64b	0,00123	0,0727	0,000018	0,000013	0,000004	0,00002	0,000003
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água do mar	superior à água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	sem informação
Símbolo	Gd	Dy	Yb	W	Tl	Pb	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
26b	0,000003	0,000002		0,00024	0,000113		0,00879
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio		superior à água do mar	superior à água de rio		superior à água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	sem informação		inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (US EPA)		inferior ao limite para consumo humano (WHO)

Símbolo	Gd	Dy	Yb	W	Tl	Pb	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
35b	0,000003	0,000002	0,000002		0,000008		
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio		água do mar		
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	sem informação	sem informação		inferior ao limite para consumo humano (US EPA)		
Símbolo	Gd	Dy	Yb	W	Tl	Pb	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
45b	0,000002						0,00155
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água do mar e água de rio						entre água de rio e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação						inferior ao limite para consumo humano (WHO)
Símbolo	Gd	Dy	Yb	W	Tl	Pb	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
47b (ICP-OES)							
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998							
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos							
Símbolo	Gd	Dy	Yb	W	Tl	Pb	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
48c (ICP-OES)							
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998							
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos							

Símbolo	Gd	Dy	Yb	W	Tl	Pb	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
64b	0,000005	0,000003			0,000184	0,00004	0,000283
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio			superior à água de rio	entre água do mar e água da chuva	entre água de rio e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	sem informação			inferior ao limite para consumo humano (US EPA)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)

Símbolo	P	S
Unidade	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-OES	ICP-OES
26b		
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998		
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos		

Símbolo	P	S
Unidade	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-OES	ICP-OES
35b		
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998		
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos		

Símbolo	P	S
Unidade	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-OES	ICP-OES
45b		
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998		
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos		

Símbolo	P	S
Unidade	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-OES	ICP-OES
47b (ICP-OES)	0,52	18
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água do mar	superior à água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	superior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)
Símbolo	P	S
Unidade	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-OES	ICP-OES
48c (ICP-OES)	0,73	11
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água do mar	superior à água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	superior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)
Símbolo	P	S
Unidade	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-OES	ICP-OES
64b		
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998		
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos		

Amostra	Interpretação das razões isotópicas de $^2\text{H}/^1\text{H}$ e de $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$
24b	Água doce de um regime climático diferente do actual, provavelmente a iniciar o fenómeno de intrusão salina e a ser contaminada por produtos agrícolas e /ou outros
26b	Água doce proveniente de um regime climático diferente do actual ou de alterações durante a infiltração até ao aquífero sujeita ao fenómeno de intrusão salina
33c	Água doce de origem da água universal
35b	Água doce proveniente de um regime climático diferente do actual ou de alterações durante a infiltração até ao aquífero, provavelmente a iniciar o fenómeno de intrusão salina
42b	Água doce proveniente de um regime climático diferente do actual ou de alterações durante a infiltração até ao aquífero
43b	Água doce proveniente de um regime climático diferente do actual ou de alterações durante a infiltração até ao aquífero
44b	Água doce de origem da água universal
47b	Água doce sujeita a evaporação seguida de infiltração e a trocas isotópicas com as rochas do aquífero
48c	Água doce proveniente de um regime climático diferente do actual ou de alterações durante a infiltração até ao aquífero
64b	Água termal sujeita ao fenómeno de dissolução de rochas evaporíticas
70	Água de mistura sujeita a evaporação
72	Água de mistura sujeita a evaporação
75	Água doce sujeita ao fenómeno de intrusão salina

Qualidade da água para consumo humano através dos parâmetros químicos analisados (a cruz assinala o parâmetro acima do valor permitido por lei; espaço pintado a cor cinzenta significa parâmetro não analisado)																										
Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	F ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Sb	As	Br ⁻	Cd	Cr	Cu	Pb	Hg	Ni	Se	Al	Ca ²⁺	Cl ⁻	CE	DT	pH	Fe	Mg ²⁺	Mn	SO ₄ ²⁻	
24b	Fervença ⁽¹⁾	poço															X	X	X				X			
26b	Alcobaça ⁽¹⁾	furo																					X			
32b	Fervença ⁽¹⁾	poço																								
33c	Nazaré ⁽¹⁾	poço																								
35b	Valado dos Frades ⁽¹⁾	nascente																			X					
42b	Bárrio ⁽¹⁾	poço															X						X			
43b	Bárrio ⁽¹⁾	poço																								
44b	Quinta São Gião ⁽¹⁾	poço		X																						
45b	Quinta São Gião ⁽¹⁾	furo																								
47b	Nazaré ⁽¹⁾	poço						X									X					X	X	X		
48c	Quinta São Gião ⁽¹⁾	poço			X												X						X	X		
64b	Fervença ⁽¹⁾	nascente	X												X			X	X						X	
70	Fervença ⁽¹⁾	poço	X																				X			
72	Quinta São Gião ⁽¹⁾	poço						X									X	X					X			
75	Nazaré ⁽¹⁾	furo																								

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Na ⁺	PO ₄ ³⁻	K ⁺	Be	Ba	Bi	Co	S	Sn	Sr	P	I	Li	Mo	Nb	Ag	Tl	Te	Th	U	W	V	Zn
24b	Fervença ⁽¹⁾	poço																							
26b	Alcobaça ⁽¹⁾	furo																							
32b	Fervença ⁽¹⁾	poço																							
33c	Nazaré ⁽¹⁾	poço																							
35b	Valado dos Frades ⁽¹⁾	nascente																							
42b	Bárrio ⁽¹⁾	poço																							
43b	Bárrio ⁽¹⁾	poço																							
44b	Quinta São Gião ⁽¹⁾	poço			X																				
45b	Quinta São Gião ⁽¹⁾	furo				X																			
47b	Nazaré ⁽¹⁾	poço											X												
48c	Quinta São Gião ⁽¹⁾	poço			X								X												
64b	Fervença ⁽¹⁾	nascente	X		X																				
70	Fervença ⁽¹⁾	poço																							
72	Quinta São Gião ⁽¹⁾	poço			X																				
75	Nazaré ⁽¹⁾	furo																							

Amostra	Qualidade da água para rega através da Classificação SAR
24b	C4-S1
26b	C3-S1
32b	C3-S1
33c	C3-S1
35b	C2-S1
42b	C3-S1
43b	C3-S1
44b	C3-S1
45b	C3-S1
47b	C3-S1
48c	C3-S1
64b	C4-S4
70	C3-S1
72	C3-S1
75	C2-S1

b) Massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré

A interpretação dos resultados encontra-se no **quadro 5.XXVIII**.

Quadro 5.XXVIII – Interpretação dos resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Julho de 2012 da massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré

Amostra	Número dos quadrantes onde estão projectados os pontos no Diagrama Piper	Tipos hidroquímicos	Interpretação final tendo em atenção o resultado do Diagrama Stiff Modificado
13b	9, 4, 5	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água sulfatada mista
19b	9, 4, 7	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água cloretada mista
21c	9, 4, 8	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água mista
67	9, 4, 7	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água cloretada mista
68	9, 4, 5	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água sulfatada mista
69	9, 4, 8	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água mista
73	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista
74	11, 3, 6	Água bicarbonatada sódica	Água bicarbonatada sódica

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
13b	Casal de Areia ⁽²⁾	furo	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	3,75	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	0,00	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	-250443,45	indefinido
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	1,36	indefinido
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,56	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	18,38	Indefinido
			I.T.B.	-1357,48	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
19b	Montes ⁽²⁾	nascente	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	1,34	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	0,61	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	1,70	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,08	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,86	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,16	Água continental
			I.T.B.	-1,76	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
21c	Ferraria ⁽²⁾	nascente	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	2,22	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	1,02	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,71	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,10	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,85	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,65	Água continental
			I.T.B.	-2,37	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
67	Fervença ⁽²⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	10,77	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	0,05	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	86,46	Água sujeita a contaminação antrópica
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,47	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,87	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,86	Água continental
			I.T.B.	0,25	Água sujeita a fenómenos de fixação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas em troca dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
68	Fervença ⁽²⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	7,72	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	0,03	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	61,81	Água sujeita a contaminação antrópica
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,28	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,85	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	1,43	Água continental
			I.T.B.	-0,41	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
69	Maiorga ⁽²⁾	furo	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	4,72	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	0,25	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	6,58	Água sujeita a lixiviação de evaporitos
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,34	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,84	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	1,03	Água continental
			I.T.B.	0,16	Água sujeita a fenómenos de fixação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas em troca dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
73	Famalicão ⁽²⁾	nascente	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	9,56	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	2,62	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,54	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,08	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,93	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina e/ou do mineral halite
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,36	Água continental
			I.T.B.	0,03	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
74	Famalicão ⁽²⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	0,76	Existe troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	6,84	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,22	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,05	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,18	indefinido
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,25	Água continental em contacto com o diapiro
			I.T.B.	-0,93	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
13b	Casal de Areia ⁽²⁾	Gráfico CE-K: contaminação pelas indústrias do vidro e da cerâmica; Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos); Gráfico CE-F: $[F^-] > 50$ mg/l, contaminação por efluentes de indústria de vidro; Gráfico Na-Cl: água doce; Gráfico K-Cl: contaminação industrial (vidros, cerâmica, metalurgia, detergentes, borracha, têxteis, tintas, explosivos) e agrícola (fertilizantes); Gráfico NO3-Cl: poluição por nitratos
19b	Montes ⁽²⁾	Gráfico CE-HCO3: $[HCO_3^-] < 50$ mg/l, captação localizada na formação do Plio-Plistocénico (alternância de areias e bancadas finas de calcário margoso); Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por fertilizantes; Gráfico Na-Cl: água doce; Gráfico Na-Ca: água doce sujeita a contaminação agrícola [concentração em ião sódio (Na^+) superior à do ião cálcio (Ca^{2+})]; Gráfico NO3-Cl: poluição por nitratos
21c	Ferraria ⁽²⁾	Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por fertilizantes; Gráfico Na-Cl: água doce; Gráfico NO3-Cl: poluição por nitratos
67	Fervença ⁽²⁾	Gráfico Cl-SO4: água influenciada pela dissolução de evaporitos e pela contaminação de pesticidas e de águas de escorrência das vias rodoviárias; Gráfico CE-HCO3: $[HCO_3^-] < 5$ mg/l, contaminação agrícola e pelas águas de escorrência das rodovias; Gráfico CE-K: contaminação por efluentes industriais (vidro, cerâmica, explosivos, fertilizantes, lentes, sabões); Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, adubos químicos, tintas) e/ou pelas águas de escorrência da rodovia; Gráfico CE-Mg: $[Mg^{2+}] > 50$ mg/l, água doce sujeita a lixiviação de evaporitos e/ou contaminação por efluentes das indústrias: cerâmica, têxtil (corante), metalúrgica, fertilizantes, baterias, borracha, plásticos, papel; e águas de escorrência da rodovia; Gráfico CE-F: $1 \text{ mg/l} < [F^-] < 10 \text{ mg/l}$, contaminação por fertilizantes; Gráfico Na-Cl: água doce; Gráfico K-Cl: contaminação por fertilizantes e pelas águas de escorrência das rodovias; Gráfico NO3-Cl: poluição por nitratos

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
68	Fervença ⁽²⁾	Gráfico CE-HCO₃ : [HCO ₃ ⁻] < 5 mg/l, contaminação agrícola e por águas de escorrência das rodovias; Gráfico CE-NO₃ : contaminação agrícola; Gráfico CE-NO₃ : contaminação agrícola; Gráfico CE-K : contaminação por efluentes industriais (vidro, cerâmica, explosivos, fertilizantes, lentes, sabões); Gráfico CE-Ca : água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, adubos químicos, tintas) e/ou pelas águas de escorrência das rodovias; Gráfico Na-Cl : água doce; Gráfico K-Cl : contaminação por fertilizantes e pelas águas de escorrências das rodovias; Gráfico NO₃-Cl : poluição por nitratos
69	Maiorga ⁽²⁾	Gráfico CE-HCO₃ : [HCO ₃ ⁻] < 50 mg/l, captação localizada na formação do Plio-Plistocénico (alternância de areias e bancadas finas de calcário margoso); Gráfico CE-K : 20 mg/l < [K ⁺] < 30 mg/l e CE < 2000 µS/cm, contaminação por fertilizantes; Gráfico CE-Ca : água doce influenciada pela geologia e/ou por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos, alimentar); Gráfico Na-Cl : água doce; Gráfico NO₃-Cl : poluição por nitratos
73	Famalicão ⁽²⁾	Gráfico CE-HCO₃ : [HCO ₃ ⁻] < 50 mg/l, captação localizada na formação do Plio-Plistocénico (alternância de areias e bancadas finas de calcário margoso); Gráfico CE-Mg : [Mg ²⁺] > 50 mg/l, água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por fertilizantes; Gráfico CE-F : 1 mg/l < [F ⁻] < 6 mg/l, água influenciada pela geologia e/ou contaminação por fertilizantes; Gráfico CE-PO₄ : [PO ₄ ³⁻] < 1 mg/l, água doce; Gráfico Na-Cl : mesma origem, água doce; Gráfico NO₃-Cl : poluição por nitratos
74	Famalicão ⁽²⁾	Gráfico CE-NO₂ : contaminação pelas indústrias química, farmacêutica, pigmentação e estamperia têxtil, metalúrgica, de construção (como anticorrosivo para ferro e aço), e alimentar; Gráfico Na-Cl : água doce; Gráfico Na-Ca : água doce sujeita a contaminação agrícola, detergentes, borracha, aditivo gasolina

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite
13b	furo	Sol. Subs.					Sol. Sobres.
19b	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
21c	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
67	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
68	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
69	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
73	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.
74	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄ .2H ₂ O			NaCl		Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH
		gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	hidroxiapatite
13b	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
19b	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
21c	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
67	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
68	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
69	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	
73	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
74	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	

Amostra	Tipo captação	KCl
		silvite
13b	furo	Sol. Subs.
19b	nascente	Sol. Subs.
21c	nascente	Sol. Subs.
67	poço	Sol. Subs.
68	poço	Sol. Subs.
69	furo	Sol. Subs.
73	nascente	Sol. Subs.
74	poço	Sol. Subs.

Símbolo	Li	Be	Al	Sc	Ti	V	Mn
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
19b	0,007		0,016		0,0008		0,0031
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água de rio		entre água da chuva e água de rio		água do mar		entre água da chuva poluída e água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)		inferior ao limite para consumo humano (Portugal)		sem informação		inferior ao limite para consumo humano (Portugal)

Símbolo	Li	Be	Al	Sc	Ti	V	Mn
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
69			0,003		0,0008	0,0002	0,195
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998			água da chuva		água do mar	entre água da chuva e água de rio	superior à água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos			inferior ao limite para consumo humano (Portugal)		sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	superior ao limite para consumo humano (Portugal)
Símbolo	Li	Be	Al	Sc	Ti	V	Mn
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
73		0,0003	0,002	0,002	0,0008	0,0006	0,0026
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998		água da chuva poluída	entre água do mar e água da chuva	água de rio	água do mar	entre água da chuva e água de rio	entre água da chuva poluída e água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos		inferior ao limite para consumo humano (WHO)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)
Símbolo	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
19b	0,000047	0,0004	0,001	0,0123		0,00004	0,00015
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água do mar e água de rio	entre água de rio e água do mar	entre água da chuva e água de rio	entre água da chuva e água de rio		entre água de rio e água do mar	entre água da chuva e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)		sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)

Símbolo	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
69	0,000915	0,0007	0,0028	0,0121	0,00002		0,0003
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água de rio	superior à água do mar	entre água da chuva e água de rio	entre água da chuva e água de rio	água do mar		entre água da chuva e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação		inferior ao limite para consumo humano (Portugal)
Símbolo	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
73		0,0008	0,0013	0,008			0,00117
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998		superior à água do mar	entre água da chuva e água de rio	entre água da chuva e água de rio			entre água da chuva e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos		inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)			inferior ao limite para consumo humano (Portugal)
Símbolo	Rb	Sr	Y	Mo	Cd	Sb	Cs
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
19b	0,0136	0,0412	0,000062				0,000099
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água de rio e água do mar	água de rio	água de rio				entre água de rio e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	sem informação				sem informação

Símbolo	Rb	Sr	Y	Mo	Cd	Sb	Cs
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
69	0,0387	0,2	0,000945		0,00003	0,00002	0,000289
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água de rio e água do mar	água de rio	água de rio		água de rio	água da chuva	entre água de rio e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	sem informação		inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação
Símbolo	Rb	Sr	Y	Mo	Cd	Sb	Cs
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
73	0,00282	> 0,2	0,000462	0,0003	0,00003	0,00005	0,000008
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água de rio e água do mar	água de rio	água de rio	entre água da chuva e água de rio	água de rio	entre água da chuva e água de rio	água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (WHO)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação
Símbolo	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
19b	0,035	0,00007	0,000088	0,00002	0,000088	0,000016	0,000002
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água de rio	entre água da chuva e água de rio	água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	superior à água de rio	entre água do mar e água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	sem informação	sem informação

Símbolo	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
69	0,151	0,000701	0,00122	0,000193	0,000897	0,000208	0,000055
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água de rio	superior à água de rio	água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	superior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	sem informação	sem informação
Símbolo	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
73	0,0508	0,000035	0,000005	0,00002	0,000124	0,000037	0,000009
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água de rio	entre água da chuva e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	sem informação	sem informação
Símbolo	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
19b	0,000015	0,000002	0,000009	0,000002	0,000006		0,000005
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio		água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação		sem informação

Símbolo	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
69	0,00019	0,000025	0,000131	0,000026	0,000087	0,000013	0,000106
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água de rio	entre água do mar e água de rio	superior à água de rio	entre água do mar e água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação
Símbolo	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
73	0,000045	0,000005	0,000034	0,000009	0,00003	0,000004	0,000034
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água de rio	entre água do mar e água de rio	superior à água de rio	entre água do mar e água de rio	superior à água de rio	entre água do mar e água de rio	água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação

Símbolo	Lu	Tl	Pb	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
19b		0,000017	0,00014	0,000005
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998		água do mar	entre água do mar e água da chuva	água da chuva
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos		inferior ao limite para consumo humano (US EPA)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)

Símbolo	Lu	Tl	Pb	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
69	0,000021	0,000196	0,00014	0,000039
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água de rio	superior à água de rio	entre água do mar e água da chuva	água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (US EPA)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)
Símbolo	Lu	Tl	Pb	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
73	0,000006			0,000423
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água de rio			entre água de rio e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação			inferior ao limite para consumo humano (WHO)

Amostra	Interpretação das razões isotópicas de $^2\text{H}/^1\text{H}$ e de $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$
13b	Água doce de origem da água universal
19b	Água doce proveniente de um regime climático diferente do actual ou de alterações durante a infiltração até ao aquífero, provavelmente a iniciar o fenómeno de intrusão salina
21c	Água doce de recarga da chuva analisada, provavelmente a iniciar a intrusão salina
67	Água doce proveniente de um regime climático diferente do actual ou de alterações durante a infiltração até ao aquífero
68	Água doce proveniente de um regime climático diferente do actual ou de alterações durante a infiltração até ao aquífero
69	Água doce sujeita a evaporação seguida de infiltração e a trocas isotópicas com as rochas do aquífero
73	Água doce proveniente de um regime climático diferente do actual ou de alterações durante a infiltração até ao aquífero
74	Água de mistura sujeita a evaporação

Qualidade da água para consumo humano através dos parâmetros químicos analisados (a cruz assinala o parâmetro acima do valor permitido por lei; espaço pintado a cor cinzenta significa parâmetro não analisado)																			
Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	F ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Sb	As	Br ⁻	Cd	Cr	Cu	Pb	Hg	Ni	Se	Al	Ca ²⁺	Cl ⁻	CE
13b	Casal de Areia ⁽²⁾	furo	X																
19b	Montes ⁽²⁾	nascente																	
21c	Ferraria ⁽²⁾	nascente																	
67	Fervença ⁽²⁾	poço	X	X													X		
68	Fervença ⁽²⁾	poço		X													X		
69	Maiorga ⁽²⁾	furo		X															
73	Famalicão ⁽²⁾	nascente	X		X														
74	Famalicão ⁽²⁾	poço			X														

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Na ⁺	PO ₄ ³⁻	K ⁺	Be	Ba	Bi	Co	S	Sn	Sr	P	I	Li	Mo	Nb	Ag	Tl
13b	Casal de Areia ⁽²⁾	furo			X														
19b	Montes ⁽²⁾	nascente																	
21c	Ferraria ⁽²⁾	nascente																	
67	Fervença ⁽²⁾	poço			X														
68	Fervença ⁽²⁾	poço			X														
69	Maiorga ⁽²⁾	furo			X		X												
73	Famalicão ⁽²⁾	nascente																	
74	Famalicão ⁽²⁾	poço																	

Amostra	Qualidade da água para rega através da Classificação SAR
13b	C3-S1
19b	C2-S1
21c	C2-S1
67	C3-S1
68	C3-S1
69	C2-S1
73	C2-S1
74	C3-S1

c) Massa de água de Alpedriz

A interpretação dos resultados encontra-se no **quadro 5.XXIX**:

Quadro 5.XXIX – Interpretação dos resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Julho de 2012 da massa de água de Alpedriz

Amostra	Número dos quadrantes onde estão projectados os pontos no Diagrama Piper	Tipos hidroquímicos	Interpretação final tendo em atenção o resultado do Diagrama Stiff Modificado
16b	12, 3, 7	Água cloretada e/ou sulfatada sódica	Água cloretada sódica

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
16b	Montes ⁽³⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	0,49	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	0,23	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	4,55	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,19	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,76	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,35	Água continental
			I.T.B.	-4,76	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
16b	Montes ⁽³⁾	Gráfico CE-HCO3: $[\text{HCO}_3^-] < 50 \text{ mg/l}$, captação localizada na formação do Cretácico (C^{1-2}) (calcários); Gráfico CE-Ca: $[\text{Ca}^{2+}] < 10 \text{ mg/l}$; Gráfico Na-Cl: água doce; Gráfico Na-Ca: água doce sujeita a contaminação agrícola [concentração em ião sódio (Na^+) superior à do ião cálcio (Ca^{2+})]; Gráfico NO3-Cl: não tem nitratos

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO_4	CaCO_3	CaCO_3		$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	CaF_2
		anidrite	aragonite	calcite	$\text{CO}_2(\text{g})$	dolomite	fluorite
16b	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄ .2H ₂ O			NaCl		KCl
		gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	silvite
16b	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.

Símbolo	Li	Be	Al	Sc	Ti	V	Cr
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
16b	0,044	0,0085	> 2	0,006	0,0033	0,0004	0,0012
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água de rio e água do mar	superior à água da chuva poluída	superior à água de rio	superior à água de rio	água de rio	entre água da chuva e água de rio	superior à água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	superior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)	superior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)

Símbolo	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
16b	0,289	0,02	0,043	0,0268	0,0017	0,155	0,00029
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água de rio	entre água da chuva e água de rio	superior à água de rio	superior à água do mar	entre água da chuva e água de rio	superior à água da chuva poluída	superior à água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	superior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	superior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação

Símbolo	Ge	As	Se	Rb	Sr	Y	Zr
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
16b	0,0001	0,00042	0,0052	0,205	> 0,2	0,0208	0,00073
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água de rio	entre água da chuva e água do mar	superior à água da chuva	superior à água do mar	água de rio	superior à água de rio	água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	superior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	sem informação	sem informação

Símbolo	Cd	Sb	Cs	Ba	La	Ce	Pr
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
16b	0,00048	0,00018	0,000821	0,0422	0,0145	0,041	0,00491
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água do mar	água do mar	superior à água do mar	água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação	sem informação

Símbolo	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
16b	0,0209	0,00523	0,00151	0,00485	0,000726	0,00382	0,000722
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação

Símbolo	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	Tl
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
16b	0,00205	0,000272	0,00184	0,000269	0,000048	0,000003	0,000987
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio	superior à água de rio	entre água do mar e água de rio	superior à água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (US EPA)	inferior ao limite para consumo humano (US EPA)

Símbolo	Pb	Th	U
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
16b	0,00217	0,000125	0,00208
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água da chuva e água de rio	água de rio	entre água do mar e água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (França)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)

Amostra	Interpretação das razões isotópicas de $^2\text{H}/^1\text{H}$ e de $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$
16b	Água doce sujeita ao fenómeno de dissolução de rochas evaporíticas

Qualidade da água para consumo humano através dos parâmetros químicos analisados (a cruz assinala o parâmetro acima do valor permitido por lei; espaço pintado a cor cinzenta significa parâmetro não analisado)																			
Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	F ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Sb	As	Br ⁻	Cd	Cr	Cu	Pb	Hg	Ni	Se	Al	Ca ²⁺	Cl ⁻	CE
16b	Montes ⁽³⁾	poço												X	X	X			
Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Na ⁺	PO ₄ ³⁻	K ⁺	Be	Ba	Bi	Co	S	Sn	Sr	P	I	Li	Mo	Nb	Ag	Tl
16b	Montes ⁽³⁾	poço													X				
Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Te	Th	U	W	V	Zn											
16b	Montes ⁽³⁾	poço																	

Amostra	Qualidade da água para rega através da Classificação SAR
16b	C2-S1

5.2.2.4 – Interpretação de Outubro/2012

No mês de Outubro de 2012 analisaram-se duas águas subterrâneas localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste.

a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

A interpretação dos resultados encontra-se no **quadro 5.XXX**.

Quadro 5.XXX – Interpretação dos resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Outubro de 2012 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

Amostra	Número dos quadrantes onde estão projectados os pontos no Diagrama Piper	Tipos hidroquímicos	Interpretação final tendo em atenção o resultado do Diagrama Stiff Modificado
37c	12, 3, 7	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água cloretada sódica
76	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
37c	Bairro ⁽¹⁾	nascente	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	9,95	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	5,71	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	4,30	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,00	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,87	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,03	Água saturada em sulfato de cálcio em contacto com halite
			I.T.B.	-0,02	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
76	Bairro ⁽¹⁾	nascente	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	9,71	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	6,56	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,70	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,03	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,85	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,30	Água continental
			I.T.B.	0,42	Água sujeita a fenómenos de fixação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas em troca dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
37c	Bárrio ⁽¹⁾	Gráfico CE-Na: $[Na^+] > 200$ mg/l, influência das formações geológicas por onde a água circulou; Gráfico CE-K: dissolução de evaporitos; Gráfico CE-Mg: $[Mg^{2+}] > 50$ mg/l, água doce sujeita pela dissolução de evaporitos e/ou contaminada pelas águas de escorrência da via rodoviária; Gráfico CE-F: $[F^-] > 10$ mg/l, água sujeita a lixiviação de rochas evaporíticas; Gráfico Na-Cl: dissolução de rochas evaporíticas intruídas na falha; Gráfico Na-Ca: dissolução de rochas evaporíticas intruídas na falha; Gráfico K-Cl: dissolução de rochas evaporíticas intruídas na falha; Gráfico NO3-Cl: dissolução de salmouras
76	Bárrio ⁽¹⁾	Gráfico CE-HCO3: $[HCO_3^-] > 350$ mg/l, captação localizada na formação do Jurássico (J_{ab}^1) (rochas evaporíticas) próxima da falha; Gráfico Na-Cl: água doce; Gráfico NO3-Cl: poluição por nitratos

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite
37c	nascente	Sol. Subs.	Sol. Equil.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Sobres.
76	nascente	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄ ·2H ₂ O			NaCl		KCl
		gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	silvite
37c	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
76	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.

Símbolo	Li	Sc	Ti	Mn	Cu	Zn	Ge
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
76	0,014	0,002	0,0013	0,0006	0,0004	0,0098	0,00003
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água de rio	água de rio	água de rio	entre água do mar e água da chuva poluída	entre água do mar e água da chuva	entre água da chuva e água de rio	entre água de rio e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	sem informação	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação

Símbolo	As	Rb	Sr	Y	Mo	Sb	Cs
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
76	0,00033	0,00156	> 0,2	0,000022	0,0002	0,00002	0,000072
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	entre água da chuva e água do mar	entre água de rio e água do mar	água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água da chuva e água de rio	água da chuva	entre água de rio e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (Rússia)	sem informação	inferior ao limite para consumo humano (WHO)	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação

Símbolo	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Gd
Unidade	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
76	0,0716	0,000011	0,000006	0,000002	0,000006	0,000002	0,000002
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	superior à água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio	entre água do mar e água de rio
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (Portugal)	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação

Símbolo	Tl	U
Unidade	mg/l	mg/l
Método de Análise	ICP-MS	ICP-MS
76	0,00001	0,00059
Comparação com os valores padrão de Reimann e Caritat, 1998	água do mar	entre água de rio e água do mar
Comparação com os níveis de tolerância estabelecidos	inferior ao limite para consumo humano (US EPA)	inferior ao limite para consumo humano (WHO)

Amostra	Interpretação das razões isotópicas de $^2\text{H}/^1\text{H}$ e de $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$
76	Água doce proveniente de um regime climático diferente do actual ou de alterações durante a infiltração até ao aquífero

Qualidade da água para consumo humano através dos parâmetros químicos analisados (a cruz assinala o parâmetro acima do valor permitido por lei; espaço pintado a cor cinzenta significa parâmetro não analisado)																			
Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	F ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Sb	As	Br ⁻	Cd	Cr	Cu	Pb	Hg	Ni	Se	Al	Ca ²⁺	Cl ⁻	CE
37c	Bairro ⁽¹⁾	nascente																	
76	Bairro ⁽¹⁾	nascente																	
Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Na ⁺	PO ₄ ³⁻	K ⁺	Be	Ba	Bi	Co	S	Sn	Sr	P	I	Li	Mo	Nb	Ag	Tl
37c	Bairro ⁽¹⁾	nascente																	
76	Bairro ⁽¹⁾	nascente																	

Amostra	Qualidade da água para rega através da Classificação SAR
37c	C4-S3
76	C3-S1

5.2.2.5 – Interpretação de Novembro/2012

No mês de Novembro de 2012 analisaram-se nove águas subterrâneas, sendo quatro localizadas na massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste e cinco na massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré.

a) Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

A interpretação dos resultados encontra-se no **quadro 5.XXXI**.

Quadro 5.XXXI – Interpretação dos resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Novembro de 2012 da massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste

Amostra	Número dos quadrantes onde estão projectados os pontos no Diagrama Piper	Tipos hidroquímicos	Interpretação final tendo em atenção o resultado do Diagrama Stiff Modificado
79	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista
81	12, 3, 8(7)	Água cloretada e/ou sulfatada e/ou sulfatada sódica	Água mista sódica
83	12, 3, 7	Água cloretada e/ou sulfatada sódica	Água cloretada sódica
85	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
79	Paúl da Cella ⁽¹⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	9,41	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	5,72	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,35	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,31	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,85	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	1,75	Água continental
			I.T.B.	-1,52	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
81	Valado dos Frades ⁽¹⁾	furo	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	4,95	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	1,37	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	2,44	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,02	Água sujeita a lixiviação de evaporitos
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,85	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,58	Água continental
			I.T.B.	-1,09	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
83	Nasce Água ⁽¹⁾	nascente	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	0,36	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	0,12	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	9,68	Água sujeita a lixiviação de evaporitos
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,13	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,83	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,12	Água continental
			I.T.B.	0,46	Água sujeita a fenómenos de fixação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas em troca dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
85	Quinta São Gião ⁽¹⁾	furo	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	14,47	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	6,24	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,39	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,02	Água sujeita a lixiviação de evaporitos
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,87	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,75	Água continental
			I.T.B.	-0,32	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
79	Paúl da Cela ⁽¹⁾	Gráfico CE-K: $20 \text{ mg/l} < [\text{K}^+] < 30 \text{ mg/l}$ e $\text{CE} < 2000 \mu\text{S/cm}$, contaminação por fertilizantes; Gráfico CE-Br: presença de insecticidas; Gráfico CE-Mg: $[\text{Mg}^{2+}] > 50 \text{ mg/l}$, água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por fertilizantes; Gráfico Na-Cl: água doce; Gráfico NO3-Cl: poluição por nitratos; Gráfico Br-Cl: contaminação pelas indústrias da cerâmica e do vidro

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
81	Valado dos Frades ⁽¹⁾	Gráfico Na-Cl: água doce
83	Nasce Água ⁽¹⁾	Gráfico CE-Ca: $[Ca^{2+}] < 10$ mg/l; Gráfico CE-Mg: água doce; mesma origem; influenciada pela geologia; Gráfico Na-Cl: mesma origem, água doce; Gráfico Na-Ca: água doce sujeita a contaminação agrícola, detergentes, borracha, aditivo gasolina
85	Quinta São Gião ⁽¹⁾	Gráfico CE-HCO₃: $[HCO_3^-]$ cerca de 400 mg/l; Gráfico CE-NO₃: contaminação agrícola; Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos, alimentar); Gráfico CE-Br: presença de insecticidas; Gráfico Na-Cl: dissolução da halite da rocha evaporítica e/ou da plagioclase das areias arcóicas por onde a água circulou; Gráfico NO₃-Cl: poluição por nitratos; Gráfico Br-Cl: presença de insecticidas; Gráfico Br-SO₄: presença de fungicidas

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite
79	poço	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.
81	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Equil.	Sol. Subs.	Sol. Equil.	Sol. Subs.
83	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
85	furo	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄ .2H ₂ O			NaCl		KCl
		gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	silvite
79	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
81	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
83	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
85	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.

Qualidade da água para consumo humano através dos parâmetros químicos analisados (a cruz assinala o parâmetro acima do valor permitido por lei; espaço pintado a cor cinzenta significa parâmetro não analisado)																									
Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	F ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Sb	As	Br ⁻	Cd	Cr	Cu	Pb	Hg	Ni	Se	Al	Ca ²⁺	Cl ⁻	CE	DT	pH	Fe	Mg ²⁺	Mn	SO ₄ ²⁻
79	Paúl da Cela ⁽¹⁾	poço		X													X						X		
81	Valado dos Frades ⁽¹⁾	furo																							
83	Nasce Água ⁽¹⁾	nascente																							
85	Quinta São Gião ⁽¹⁾	furo		X				X									X						X		

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Na ⁺	PO ₄ ³⁻	K ⁺	Be	Ba	Bi	Co	S	Sn	Sr	P	I	Li	Mo	Nb	Ag	Tl	Te	Th	U	W	V	Zn
79	Paúl da Cela ⁽¹⁾	poço	X		X																				
81	Valado dos Frades ⁽¹⁾	furo																							
83	Nasce Água ⁽¹⁾	nascente																							
85	Quinta São Gião ⁽¹⁾	furo																							

Amostra	Qualidade da água para rega através da Classificação SAR
79	C3-S1
81	C3-S1
83	C1-S1
85	C3-S1

b) Massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré

A interpretação dos resultados encontra-se no **quadro 5.XXXII**.

Quadro 5.XXXII – Interpretação dos resultados das amostras de águas subterrâneas analisadas em Novembro de 2012 da massa de água das Caldas da Rainha - Nazaré

Amostra	Número dos quadrantes onde estão projectados os pontos no Diagrama Piper	Tipos hidroquímicos	Interpretação final tendo em atenção o resultado do Diagrama Stiff Modificado
77	9, 1, 8(7)	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água mista magnésica

Amostra	Número dos quadrantes onde estão projectados os pontos no Diagrama Piper	Tipos hidroquímicos	Interpretação final tendo em atenção o resultado do Diagrama Stiff Modificado
78	9, 4, 8(7)	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água mista
82	9, 4, 5	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água sulfatada mista
84	10, 4, 6	Água bicarbonatada cálcica e/ou magnésica	Água bicarbonatada mista
86	9, 4, 8	Água sulfatada e/ou cloretada cálcica e/ou magnésica	Água mista

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
77	Casal de Areia ⁽²⁾	nascente	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	7,59	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	0,28	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	3,68	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,33	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,94	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina e/ou do mineral halite
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,70	Água continental
			I.T.B.	0,86	Água sujeita a fenómenos de fixação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas em troca dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
78	Casal de Areia ⁽²⁾	furo	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	3,83	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	0,93	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	2,00	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,04	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,92	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina e/ou do mineral halite
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,48	Água continental
			I.T.B.	0,34	Água sujeita a fenómenos de fixação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas em troca dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
82	Nasce Água ⁽²⁾	furo	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	3,16	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	0,67	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	2,80	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,02	Água sujeita a lixiviação de evaporitos
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,84	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	1,65	Água continental
			I.T.B.	-0,06	Não existem trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
84	Nasce Água ⁽²⁾	poço	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	8,12	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	3,77	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,70	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,08	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,86	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,32	Água continental
			I.T.B.	-0,14	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Índice hidrogeoquímico	Resultado	Interpretação
86	Valado dos Frades ⁽²⁾	nascente	$r(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	8,74	Não revelou a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+)
			$r\text{HCO}_3^-$	2,48	
			$r\text{Cl}^- / r\text{HCO}_3^-$	0,74	Água continental
			$r\text{K}^+ / r\text{Na}^+$	0,49	Água doce
			$r\text{Mg}^{2+} / r\text{Ca}^{2+}$	0,88	Água continental com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina
			$r\text{SO}_4^{2-} / r\text{Cl}^-$	0,90	Água continental
			I.T.B.	-0,34	Água sujeita a fenómenos de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)

Amostra	Localização geográfica	Gráficos que permitiram dar informação sobre a amostra de água em estudo
77	Casal de Areia ⁽²⁾	Gráfico CE-HCO3: $[\text{HCO}_3^-] < 50 \text{ mg/l}$, captação localizada na formação do Plio-Plistocénico (alternância de areias e bancadas finas de calcário margoso); Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos); Gráfico Na-Cl: água doce; Gráfico NO3-Cl: poluição por nitratos
78	Casal de Areia ⁽²⁾	Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos); Gráfico Na-Cl: água doce
82	Nasce Água ⁽²⁾	Gráfico CE-HCO3: $[\text{HCO}_3^-] < 50 \text{ mg/l}$, captação localizada na formação do Plio-Plistocénico (alternância de areias e bancadas finas de calcário margoso); Gráfico Na-Cl: mesma origem, água doce; Gráfico Na-Ca: água doce sujeita a contaminação agrícola, detergentes, borracha, aditivo gasolina
84	Nasce Água ⁽²⁾	Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por fertilizantes; Gráfico Na-Cl: água doce
86	Valado dos Frades ⁽²⁾	Gráfico CE-K: $20 \text{ mg/l} < [\text{K}^+] < 30 \text{ mg/l}$ e $\text{CE} < 2000 \mu\text{S/cm}$, contaminação por fertilizantes; Gráfico CE-Ca: água doce influenciada pela geologia e/ou contaminação por fertilizantes; Gráfico CE-F: $1 \text{ mg/l} < [\text{F}^-] < 10 \text{ mg/l}$, contaminação por fertilizantes; Gráfico Na-Cl: água doce; Gráfico NO3-Cl: poluição por nitratos

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄	CaCO ₃	CaCO ₃		CaMg(CO ₃) ₂	CaF ₂
		anidrite	aragonite	calcite	CO ₂ (g)	dolomite	fluorite
77	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
78	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
82	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
84	poço	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.
86	nascente	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Sobres.	Sol. Subs.	Sol. Sobres.	Sol. Sobres.

		Interpretação dos índices de saturação obtidos do programa «PHREEQC»					
Amostra	Tipo captação	CaSO ₄ ·2H ₂ O			NaCl		KCl
		gesso	H ₂ (g)	H ₂ O(g)	Halite	O ₂ (g)	silvite
77	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
78	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
82	furo	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
84	poço	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.
86	nascente	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.	Sol. Subs.

Qualidade da água para consumo humano através dos parâmetros químicos analisados (a cruz assinala o parâmetro acima do valor permitido por lei; espaço pintado a cor cinzenta significa parâmetro não analisado)

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	F ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Sb	As	Br ⁻	Cd	Cr	Cu	Pb	Hg	Ni	Se	Al	Ca ²⁺	Cl ⁻	CE	DT	pH	Fe	Mg ²⁺	Mn	SO ₄ ²⁻
77	Casal de Areia ⁽²⁾	nascente																			X				
78	Casal de Areia ⁽²⁾	furo																							
82	Nasce Água ⁽²⁾	furo																							
84	Nasce Água ⁽²⁾	poço																							
86	Valado dos Frades ⁽²⁾	nascente	X																						

Amostra	Localização geográfica	Tipo captação	Na ⁺	PO ₄ ³⁻	K ⁺	Be	Ba	Bi	Co	S	Sn	Sr	P	I	Li	Mo	Nb	Ag	Tl	Te	Th	U	W	V	Zn
77	Casal de Areia ⁽²⁾	nascente																							
78	Casal de Areia ⁽²⁾	furo																							
82	Nasce Água ⁽²⁾	furo																							
84	Nasce Água ⁽²⁾	poço																							
86	Valado dos Frades ⁽²⁾	nascente			X																				

Amostra	Qualidade da água para rega através da Classificação SAR
77	C1-S1
78	C2-S1
82	C2-S1
84	C2-S1
86	C3-S1

Capítulo 6

Discussão dos dados

Este capítulo inicia-se com uma breve discussão sobre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos analisados e sua relação, seguindo-se a discussão da evolução das amostras analisadas por massas de água e zona geográfica, equilíbrio água-rocha, influência das actividades humanas na qualidade dos recursos hídricos, contribuição para o conhecimento hidrogeológico da Várzea da Nazaré e sugestões/críticas para o futuro.

6.1 – Recursos hídricos superficiais

Os recursos hídricos superficiais analisados foram captados em rios, valas, lagoas e chuva.

As captações em rios, valas e lagoas distam do mar em cerca de 3050 m e a mais de 9050 m, sendo a litologia predominante as areias modernas. Os rios, embora a colheita tenha sido realizada nas aluviões do Quaternário, já circularam em outras formações, tais como: o «Complexo Arenoso de Valado de Frades» do Plio-Plistocénico (amostra 39 e 39b do rio Águas Belas, amostra 38, 38b e 38c do rio da Areia, amostra 91 do rio do Meio, amostra 87 do rio de Cós), o «Complexo de Montes» do Paleogénico (amostras 88, 50 e 51 do rio de Areia), o «Complexo Gresoso de Cós-Juncal» do Cretácico (amostra 87 do rio de Cós) e as formações do Jurássico, nomeadamente: «Margas e Calcários de Dagorda» (amostra 25, 25b e 90 do rio Alcobaça), «Camadas de Alcobaça» (amostra 25, 25b e 90 do rio Alcobaça), «Grés Superior com Vegetais e Dinossáurios» (amostra 25, 25b e 90 do rio Alcobaça, amostra 89 do rio de São Vicente) e «Camadas de Montejunto» (amostra 90 do rio Alcobaça). As amostras da água do rio de Areia e do Meio colhidas em Valado de Frades (amostras 38, 38b, 38c e 91) circularam próximo da brecha vulcânica localizada a pouca distância de Casal de Areia.

As valas são na maioria canais de despejo de águas residuais que desaguam nos rios próximos; é o caso das valas (amostras de água 40b, 49, 52 e 53) no Casal de Areia, zona industrial, que desaguam no rio de Areia (amostras 50 e 51). No Paúl de Cela são canais de rega (amostras 62 e 63) com água do rio de Alcobaça (amostra 92) desviada em Valado de Frades em quantidades necessárias à rega do Aproveitamento Hidroagrícola de Cela. As valas no Valado de Frades (amostra 36 e 36b) e em Fervença (amostra 71) são canais de rega.

As lagoas (amostras de água 66 e 80) são acumulações de águas realizadas pelos humanos. No Casal de Areia (amostra 66), a lagoa teve como origem uma vala aberta devido às construções industriais, a qual não foi selada. Com o tempo, apesar de serem areias, a camada argilosa em profundidade permitiu o enchimento de água da chuva, sendo actualmente um local de lazer com pequenos barcos a remos durante o Verão. A lagoa (amostra 80) do Paúl da Cela localiza-se na planície aluvial da Várzea da Nazaré com cotas entre 0 e 2 m, e está inserida na Quinta Turística do Cabeço da Moita, no interior do Aproveitamento Hidroagrícola de Cela. O Aproveitamento hidroagrícola de Cela é uma obra executada pelo Estado e finalizada em 1943 com elevado interesse para o desenvolvimento agrícola da região, utilizando para o efeito o recurso hídrico mais próximo do campo de rega, neste caso, o rio de Alcobaça. Um pequeno caudal deste rio é desviado por gravidade até à parcela a regar. Por fim, a água excedente é conduzida pelas valas de drenagem até à estação elevatória onde é bombeada e introduzida no rio Alcobaça, que desagua no mar, evitando que Paúl de Cela se torne de novo num pântano e/ou numa zona poluída/salinizada/alcalinizada.

(Caroça, 2012^g, 2015^a). O proprietário da Quinta Turística do Cabeço da Moita não encaminha as águas excedentes para as valas de drenagem, acumula-as, utilizando-as quando necessita, podendo assim originar de novo a formação de um pântano poluído/salinizado/alcalinizado. Outros problemas que o Aproveitamento Hidroagrícola de Cela apresenta é a ausência de reperfilamento e de limpeza dos rios, a ausência de tratamentos adequados no despejo das águas residuais, o desconhecimento da qualidade da água que utilizam aquando do desvio do rio de Alcobaça para rega, e a cobrança de taxa de recursos hídricos. Esta cobrança é considerada injusta, por se tratar de um pequeno desvio por gravidade do rio Alcobaça, sem o afectar, e não existirem condições financeiras para colocar contadores de caudal em cada parcela de terreno, de forma a obter os valores necessários a introduzir na fórmula apresentada no DL n.º 97/2008. (Caroça, 2015^a)

A água da chuva local foi colhida com o auxílio de um bidon de 10 litros, ligado a um funil de diâmetro com cerca de 20 cm, nas estações meteorológicas da Associação dos Agricultores de Alcobaça (Alfeizeirão, Cela, Montes e Maiorga) desde o dia 11 de Novembro de 2011 até 16 de Novembro de 2011. A distância ao mar foi desde cerca de 2100 m (Estação Meteorológica de Alfeizeirão) a mais de 9050 m (restantes).

Em seguida descrevem-se os recursos hídricos superficiais através dos parâmetros físico-químicos determinados.

pH

As amostras de água dos rios de Cós (amostra 87), de Areia (amostra 88), de São Vicente (amostra 89), de Alcobaça (amostras 25, 25b, 90 e 92) e do Meio (amostra 91) apresentaram-se fracamente básicas. O mesmo se passa com as valas e a lagoa do Paúl da Cela (amostras 62, 63 e 80), as colheitas de água dos rios de Areia (amostra 38c) e de Águas Belas (amostra 39b), em 2013. Estas águas revelam a presença de iões OH^- em excesso e de carbonato de cálcio (CaCO_3).

As amostras dos rios de Areia (amostras 38, 38b, 50 e 51), de Águas Belas (amostra 39), assim como algumas valas do Casal de Areia (amostras 40 e 40b) e de Valado dos Frades (amostra 36b) revelaram-se neutras (as duas concentrações, de iões hidrogénio (H^+) e de iões hidróxido (OH^-) são iguais).

As amostras de água 36 da vala em Valado de Frades e 66 da lagoa do Casal de Areia mostraram-se fracamente ácidas. As amostras das valas do Casal de Areia (49 e 52) revelaram-se ácidas, sugerindo a presença de ácidos orgânicos produzidos durante a decomposição dos resíduos de plantas e/ou de animais. Estas águas possuem iões H^+ em excesso. (Mattheus, 1982)

A água da chuva mostrou ser fracamente ácida nas estações meteorológicas de Alfeizeirão e de Maiorga, e neutra nas estações meteorológicas de Cela e de Montes.

O valor de pH para as águas superficiais variou de cerca de 4,28 (vala 52 Casal de Areia) para cerca de 8,26 (vala 63 Paúl da Cela), com excepção da água da chuva que variou de cerca de 6,35 (54 Alfeizeirão) para cerca de 6,65 (56 Montes).

Eh

Os recursos hídricos superficiais e a chuva analisados mostraram serem águas oxidantes, que contêm oxigénio dissolvido.

Relação pH-Eh

Os recursos hídricos superficiais revelaram pertencer a um ambiente de rio, com excepção das amostras de água 39 (rio das Águas Belas), 40 e 49 (valas do Casal de Areia) que revelaram um ambiente de transição entre a água superficial e a água subterrânea, a amostra de água 52 (vala do Casal de Areia) um ambiente de água de mina, e as amostras de água 66 (lagoa do Casal de Areia), 54, 55, 56 e 57 (chuva das quatro estações meteorológicas) um ambiente de chuva.

Temperatura

As temperaturas das águas, segundo Bogomolov e Silin-Betchurin (1966; *in*: Custodio e Llamas, 1983), variam com a temperatura média do ar. Assim, de acordo com os meses de colheita na estação de Inverno, as águas mostraram-se moderadamente frias, e nos meses de Verão moderadamente quentes a quentes (amostra 66 da lagoa do Casal de Areia), fazendo aumentar a concentração de sais na água (a salinidade da amostra de água 66 foi de 16,38‰, muito superior às restantes amostras de água).

Condutividade eléctrica

A condutividade eléctrica nos recursos hídricos superficiais revelou ser inferior a 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, com excepção das amostras de água 62, 63 e 80 do Paúl de Cela e 89 do rio de São Vicente, em Maiorga, que revelaram uma condutividade eléctrica entre 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Este aumento de mineralização em relação às restantes amostras de água poderá dever-se à actividade agrícola e/ou evaporação.

Alcalinidade

A alcalinidade dos recursos hídricos superficiais analisados encontra-se dependente do pH: quanto mais básica for a água, maior o valor de alcalinidade. As amostras de água que apresentaram valores de alcalinidade entre cerca de 200 mg/l e de 420 mg/l foram: 25, 25b, 90 e 92 do rio Alcobaça, 53 da vala do Casal de Areia, 62, 63 e 80 das valas e da lagoa do Paúl da Cela, 71 da vala em Fervença, 87 do rio de Cós e 89 do rio de São Vicente.

Dióxido de carbono (CO_2) livre

Os recursos hídricos superficiais revelaram valores variáveis em dióxido de carbono livre. Destacam-se as águas poluídas do Casal de Areia, 49 e 52, com cerca de 145 mg/l e de 210 mg/l,

respectivamente. Outras águas que revelam valores entre 3 e 10 foram: as águas poluídas 40b, 50 e 51 do Casal de Areia, a vala 63 e a lagoa 80 do Paúl da Cela e o rio do Meio 91 em Valado de Frades. Segundo Carapeto (1999), os efluentes industriais e/ou águas residuais apresentam elevada carência bioquímica de oxigénio (CBO) («quantidade de oxigénio necessária aos microorganismos para metabolizarem a matéria orgânica»), presença de sólidos suspensos (SST) (sólidos sedimentáveis e flutuantes presentes na água que ficam retidos no filtro de 2 µm ou mais pequeno, podendo ser argilas, lamas, plâncton, microorganismos) e presença de produtos tóxicos (metais pesados e produtos químicos), que em conjunto provocam uma diminuição do oxigénio dissolvido e elevada turbidez das águas, com consequente decomposição da matéria orgânica. Estes parâmetros não foram determinados, mas as águas superficiais analisadas revelaram serem oxidantes e não redutoras.

Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)

Os recursos hídricos superficiais analisados apresentaram valores de SDT entre 200 mg/l e 1000 mg/l, com excepção da amostra de água 80 da lagoa de Paúl da Cela, entre 1000 mg/l e 3000 mg/l, das amostras da água da chuva (54, 55, 56 e 57) e das valas do Casal de Areia (49 e 53) inferiores a 200 mg/l. Segundo WHO (2011), as águas superiores a 600 mg/l são consideradas más: é o caso das amostras de água do Paúl da Cela: 62, 63 e 80, zona agrícola.

Dureza total

Os recursos hídricos superficiais analisados revelaram serem águas brandas, com excepção da amostra de água 80 (lagoa do Paúl da Cela), que revelou uma dureza moderadamente dura.

Salinidade

Os recursos hídricos superficiais analisados apresentam valores entre 2‰ e 10‰, com excepção das amostras de água dos canais 40 e 53 do Casal de Areia com valores entre 11‰ e 14‰ e da lagoa 66 com valor superior a 14‰. A alta salinidade destas águas dever-se-á a possíveis reacções pela descarga dos efluentes industriais e/ou urbanos, e a água da lagoa 66 ao fenómeno de evaporação.

Fácies hidroquímica

As amostras de águas superficiais analisadas apresentaram diversidade na fácies hidroquímica em Valado de Frades, Casal de Areia e Paúl da Cela, captadas em areias com actividades agro-pecuárias e/ou industriais instaladas na sua proximidade. Nas águas superficiais em Fervença (amostras de água: 71 de uma vala, 25 e 90 do rio Alcobaça), em Maiorga (amostra de água 89 do rio de São Vicente) e no Casal de Areia (87 rio de Cós), localizadas entre areias e calcários mais ou menos margosos, predominam a fácies hidroquímica bicarbonatada cálcica. A amostra de água na primeira colheita do rio de Areia (38) em Valado dos Frades apresentou uma fácies hidroquímica sulfatada cálcica, mas com um pH neutro. Significa que a

presença do ião sulfato (SO_4^{2-}) se deve à poluição por pesticidas e não à presença vestigial de minerais de sulfetos [por exemplo, a pirite (FeS_2)]. As amostras de água do rio Águas Belas 39 em Valado dos Frades, lagoa 80 no Paúl da Cela, vala 40 e lagoa 66 no Casal de Areia apresentaram fácies hidroquímica cloretada sódica. As amostras de água vala 36, rio Águas Belas 39b e rio do Meio 91, todas em Valado dos Frades, apresentaram fácies hidroquímica cloretada cálcica. O excesso de ião cloreto (Cl^-) poderá ser motivado pela retirada da água marinha muito recente (assoreamento da Laguna de Pederneira no século XVIII), pela salinização provocada pela rega agrícola continuada, ou pela influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina. As amostras de água das valas 63 no Paúl da Cela e 36b em Valado dos Frades apresentaram fácies hidroquímica cloretada sódico-cálcica, possivelmente devido a contaminação por produtos agrícolas e/ou ao fenómeno de evaporação. A amostra de água do rio de Cós (87) no Casal de Areia apresentou fácies hidroquímica bicarbonatada cálcico-magnésica. O ião magnésio (Mg^{2+}) poderá ter origem nos produtos agrícolas utilizados nos terrenos próximos. De acordo com o diagrama Piper são, no geral, águas mistas.

Elementos menores

O ião nitrato (NO_3^-) foi detectado em todas as amostras de águas superficiais analisadas, excepto na vala 63 do Paúl da Cela. As amostras de água doce que apresentaram concentração inferior a 10 mg/l foram: 39, 40, 40b, 49, 50, 51, 52, 53, 66, 88 e 38c. As restantes amostras de água apresentaram concentrações superiores a 10 mg/l, mas inferiores a 43 mg/l. Verifica-se que as águas poluídas do Casal de Areia (40b, 49, 50, 51, 52 e 53) não estão influenciadas pela agro-pecuária, assim como o rio de Águas Belas na primeira colheita (39), o rio de Areia em Valado dos Frades na terceira colheita (38c) e no Casal de Areia (88). A água da chuva apresentou ião nitrato (NO_3^-) nas amostras de água 55 (Cela), 56 (Montes) e 57 (Maiorga) com concentrações entre cerca de 1,4 mg/l e cerca de 2 mg/l. Sendo apenas o resultado de uma amostragem, deve fazer-se a verificação no futuro com mais colheitas de água periódicas.

O ião nitrito (NO_2^-) apenas foi detectado nas amostras de água do rio de Areia 50 e 51 e da lagoa 66 do Casal de Areia, do rio de Alcobaça em Fervença na segunda colheita (25b) e do rio de São Vicente em Maiorga (89), com concentrações entre cerca de 2 mg/l a 7 mg/l. Sendo a presença do ião nitrito (NO_2^-) pontual e temporária e de reduzida concentração nas águas superficiais, cerca de 1 mg/l, significa estarem contaminadas por efluentes das indústrias: alimentar, têxtil, metalúrgica, química, borracha, fertilizantes e/ou pecuária. A água da chuva não revelou a presença de ião nitrito (NO_2^-).

O ião fosfato (PO_4^{3-}) foi detectado nas amostras de água do rio de Águas Belas (39) em Valado dos Frades, do rio de Areia (51) no Casal de Areia e das valas (53) no Casal de Areia e (63) no Paúl da Cela, com concentrações entre cerca de 0,3 mg/l a 2 mg/l. Estas águas revelaram estar contaminadas por fertilizantes e/ou detergentes, devido à proximidade de terrenos agrícolas, de suiniculturas e de indústrias. A água da chuva em Alfeizeirão detectou ião fosfato (PO_4^{3-}) com concentração de cerca de 1,2 mg/l, o que, segundo Reimann e Caritat (1998), é superior a uma água da chuva padrão, devendo por isso ser verificado com mais colheitas de água periódicas, no futuro.

O ião brometo (Br^-) apenas foi detectado nas amostras de águas poluídas do Casal de Areia (40b, 49, 50, 51, 52 e 53) com concentrações entre 0,1 mg/l e 0,5 mg/l. Sendo valores superiores a uma água de rio padrão (0,03 mg/l) e a uma água da chuva padrão (0,2 mg/l) (Reimann e Caritat, 1998), e tendo a

informação de que são águas resultantes de despejo ilegal de indústria(s) local(is), consideram-se águas contaminadas por corantes da indústria de cerâmica e de vidro, insecticidas agrícolas, raticidas, agente branqueador e sanitário na purificação de águas, produtos farmacêuticos, fotografias, tratamento de farinhas, fluidos de extintores e/ou aditivos de gasolina. A água da chuva não detectou a presença de ião brometo (Br^-).

O ião fluoreto (F^-) foi detectado em todas as amostras de águas superficiais com concentrações entre 0,03 mg/l e cerca de 22 mg/l, com excepção das amostras de água das valas 62 e 63 do Paúl da Cela e 36b do Valado dos Frades. A maioria das concentrações obtidas são superiores a uma água de rio (entre 0,001 mg/l e 0,05 mg/l) e do mar (entre 0,6 mg/l e 1,3 mg/l), sugerindo que as águas superficiais analisadas são diferentes das analisadas por outros autores (Reimann e Caritat, 1998; Custodio e Llamas, 1983; Lafuente, 1981; Matheus, 1982), pois a alta concentração em ião fluoreto (F^-) está associada a águas com alta concentração em iões cálcio (Ca^{2+}) e sulfato (SO_4^{2-}). Estes iões solubilizam-se mais facilmente do que o ião fluoreto (F^-). A alta concentração em ião fluoreto (F^-) resulta da dissolução dos minerais dos depósitos hidrotermais [por exemplo, o mineral fluorite (CaF_2)] e, em menor escala, de dolomitos e de calcários. No entanto, as amostras das valas 49 e 52 do Casal de Areia podem estar, também, influenciadas pelos efluentes das metalúrgicas, de fábricas têxteis, de pasta dentrífica, de plástico, de vidro, de cerâmicas e/ou de fertilizantes. A água da chuva não detectou o ião fluoreto (F^-).

Elementos vestigiais

As amostras de água superficiais que foram submetidas à análise para determinação de elementos vestigiais foram as das valas em Valado dos Frades (36), no Casal de Areia (53), no Paúl da Cela (62 e 63) e em Fervença (71), do rio de Areia em Valado dos Frades (38) e da lagoa do Casal de Areia (66). As amostras de águas apresentaram concentrações em elementos vestigiais não muito diferentes das mencionadas no trabalho de Reimann e Caritat (1998, consultar o «Capítulo 3 – Metodologia»), conforme se observa no «Capítulo 5 – Interpretação dos dados». No entanto, dever-se-ia analisar com periodicidade as águas superficiais para se perceber melhor se a sua presença se deve principalmente à geologia ou aos efluentes das actividades antrópicas e, também, para se obterem valores padrão na área em estudo.

Os elementos vestigiais detectados em todas as amostras de água superficiais analisadas, independentemente do método de análise usado, foram o manganês (Mn) (excepto a amostra de água da lagoa 66 no Casal de Areia) e o bário (Ba), indicando que as águas estiveram em contacto com filões hidrotermais de baixa a média temperatura, apresentando os seguintes minerais: rodocrosite (MnCO_3), barite (BaSO_4), viterite (BaCO_3), fluorite (CaF_2), galena (PbS), calcite (CaCO_3), aragonite (CaCO_3) e sulfetos de Cu [por exemplo: calcopirite (CuFeS_2)]. No entanto, ao analisarem-se as amostras de água das valas em Valado dos Frades (36) e no Casal de Areia (53) e no rio de Areia em Valado dos Frades (38) verifica-se que os elementos vestigiais detectados em comum, além do manganês (Mn) e do bário (Ba), foram: alumínio (Al), titânio (Ti), vanádio (V), cobalto (Co), níquel (Ni), cobre (Cu), zinco (Zn), arsénio (As), selénio (Se), rubídio (Rb), ítrio (Y), zircónio (Zr), molibdénio (Mo), antimónio (Sb), iodo (I), cério (Cs), lantânio (La), cério (Ce), praseodímio (Pr), neodímio (Nd), samário (Sm), gadolínio (Gd), disprósio (Dy), érbio (Er), itérbio (Yb), tálio (Tl), chumbo (Pb), tório (Th) e urânio (U). Estes elementos vestigiais

podem ser resultantes da lixiviação de depósitos hidrotermais, de rochas carbonatadas (calcários e dolomitos), de arenitos e de argilas, assim como da contaminação pelas indústrias vidreira, cerâmica, metalúrgica, borracha, farmacêutica e/ou adubos químicos. As análises obtidas das amostras de água das valas no Paúl da Cela (62 e 63) e em Fervença (71) e da lagoa no Casal de Areia (66) apresentaram em comum não só bário (Ba) como também estrôncio (Sr) e enxofre (S). O estrôncio (Sr) encontra-se no mineral celestite (SrSO_4), em rochas sedimentares associadas aos minerais gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), anidrite (CaSO_4) e halite (NaCl), especialmente de sedimentos marinhos carbonatados, e no mineral estroncianite (SrCO_3) (carbonato de estrôncio do grupo da aragonite) em rochas dolomíticas, calcários e filões de sulfetos. Pela localização das amostras de água, a presença de estrôncio (Sr) pode ser de contaminação pelas indústrias cerâmica, vidreira, de tintas e farmacêutica. O enxofre (S) encontra-se sobretudo nos minerais de gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) e de anidrite (CaSO_4), mas devido à localização destas águas, a sua presença pode ser devida a fertilizantes, fungicidas, insecticidas e aditivos em combustíveis.

Índices hidrogeoquímicos

Os índices hidrogeoquímicos permitiram interpretar os recursos hídricos superficiais como sendo águas continentais doces, com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina [$(\text{Mg}, \text{Fe})_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$] e/ou do mineral halite (NaCl), existindo uma amostra de água que revelou influência de evaporitos (amostra 25 do rio Alcobaça em Fervença). As amostras de águas não revelaram a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+), com excepção das amostras de água dos rios de Alcobaça (25 e 25b) e do rio de Areia (38). No entanto, o índice de troca de bases (I.T.B.) revelou que apenas as amostras 66 (lagoa do Casal de Areia), 88 (rio de Areia no Casal de Areia), 89 (rio de São Vicente em Maiorga), 90 (rio de Alcobaça em Fervença), e 39 e 39b (rio de Águas Belas em Valado dos Frades) não estão sujeitas a trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$). As restantes amostras revelaram estar sujeitas aos fenómenos de fixação [amostras de água: 25 (rio de Alcobaça em Fervença), 36 (vala em Valado dos Frades), 38 (rio de Areia em Valado dos Frades), 62 (canal de rega do Paúl da Cela), 63 (vala do Paúl da Cela), 71 (vala em Fervença), 80 (lagoa do Paúl da Cela), 91 (rio do Meio em Valado dos Frades)] ou de libertação [amostras de água: 25b (segunda colheita no rio Alcobaça em Fervença), 36b (segunda colheita na vala em Valado dos Frades), 38b (segunda colheita no rio de Areia em Valado dos Frades), 38c (terceira colheita no rio de Areia em Valado dos Frades), 87 (rio de Cós no Casal de Areia), 92 (rio de Alcobaça em Valado dos Frades) e águas poluídas do Casal de Areia: 40, 40b, 49, 50, 51, 52 e 53] dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas em troca dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$).

Índices de saturação

A determinação dos índices de saturação revelou sobressaturação nos minerais carbonatados [calcite CaCO_3 , aragonite CaCO_3 e dolomite $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$] nas seguintes amostras de água: do rio Alcobaça em Fervença (25); das valas no Casal de Areia (53); no Paúl da Cela (62 e 63) e em Fervença (71); da lagoa no Paúl da Cela (80); nos rios de Cós (87) e de Areia (88) no Casal de Areia; nos rios de São Vicente (89) e de Alcobaça (90) em Fervença; e nos rios de Areia (38c), do Meio (91) e de Alcobaça (92) em Valado

dos Frades. Estas águas circularam por rochas carbonatadas e evaporitos magnésicos, colocando os iões cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) na sua solução aquosa neutra e/ou fracamente básica, com excepção da vala 53 no Casal de Areia, água resultante da mistura de efluentes industriais, agrícolas e urbanos com a do rio de Areia, que carrega os efluentes da ETAR de Alpedriz. (Caroça, 2014^a). A sobressaturação nos minerais carbonatados levará à precipitação destes. A amostra de água do rio Alcobaça na segunda colheita (25b) em Fervença, revelou estar em equilíbrio com a fase mineral sólida calcite (CaCO_3) e dolomite [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$]. Esta amostragem foi realizada no mês de Julho, apresentando uma temperatura média do ar de cerca de 25°C (na primeira colheita, em Maio de 2011, a temperatura média do ar foi de cerca de 21°C); durante esse ano não ocorreu precipitação, o caudal do rio era pequeno, com zonas do leito calmas, o que poderá ter permitido que a sobressaturação nos minerais carbonatados na primeira colheita (25) se transformasse em subsaturação em aragonite (CaCO_3) e em equilíbrio a calcite (CaCO_3) e a dolomite [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$]. Seria necessário uma amostragem periódica.

As amostras de água que revelaram sobressaturação no mineral fluorite (CaF_2) foram as valas (49 e 52) e o rio de Cós (87) do Casal de Areia; os rios de São Vicente (89) e de Alcobaça (90) em Fervença; e os rios de Águas Belas (39b), do Meio (91) e de Alcobaça (92) em Valado dos Frades. Estas águas, além de terem circulado por rochas carbonatadas (sobressaturação nos minerais carbonatados), também passaram por veios preenchidos por minerais de fluorite, gesso, apatite, e /ou por níveis de argilas, com excepção das valas 49 e 52 do Casal de Areia, que revelaram alta concentração em ião sulfato (SO_4^{2-}), cerca de 443 mg/l e cerca de 491 mg/l, respectivamente. A presença do ião sulfato nestas amostras de água das valas (49 e 52) do Casal de Areia deve-se à descarga de efluentes industriais que utilizam sulfatos ou ácidos sulfúricos, (por exemplo: curtumes, papel, têxtil, pólvora, farmacêutica e fungicidas). A amostra de água do rio de Areia (88) no Casal de Areia revelou estar em equilíbrio com o mineral fluorite (CaF_2). Diferente dos restantes rios analisados, em especial no Casal de Areia próximo do rio de Cós (87) (sobressaturação no mineral fluorite) e no troço em Valado dos Frades (38c) (subsaturação no mineral fluorite). É necessário uma amostragem periódica.

As amostras de água poluídas do Casal de Areia (51 e 53) e da vala do Paúl da Cela (63) revelaram estar sobressaturadas no mineral hidroxiapatite [$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$]. As amostras de água do rio de Areia (51) e da vala (53) no Casal de Areia são águas de descargas de efluentes, e a vala (63) no Paúl da Cela é uma água para rega proveniente do rio Alcobaça (92), que segue pelo canal de rega (62) até à parcela a regar onde se mistura com a água já existente no solo, contaminada pela agricultura. A sobressaturação em hidroxiapatite [$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$] deve-se a estas amostras de água apresentarem concentração em ião fosfato (PO_4^{3-}) entre cerca de 0,5 mg/l e cerca de 2 mg/l.

A amostra de água da vala 52 no Casal de Areia, resultante da descarga de efluentes industriais e/ou agrícolas, apresentou sobressaturação em dióxido de carbono livre (CO_2), além da sobressaturação no mineral fluorite (CaF_2) e no mineral hidroxiapatite [$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$], já referido atrás. Esta amostra apresentou um pH ácido (4,28) e uma concentração em ião sulfato (SO_4^{2-}) de cerca de 491 mg/l, e em ião fluoreto (F^-) de cerca de 22 mg/l, mais altas comparativamente com as restantes amostras de água analisadas. O meio ácido impede a dissolução do carbonato de cálcio (CaCO_3), mas favorece a libertação do ião fluoreto (F^-). (O'Neill, 1993; Custodio e Llamas, 1983). Por sua vez, segundo Fernandez-Rubio

(1982), a alta concentração em ião fluoreto (F^-) costuma estar associada, em simultâneo, à alta concentração em sulfato (SO_4^{2-}), o que se verifica nesta amostra de água da vala do Casal de Areia (52).

Gráficos

A construção de vários gráficos (consultar os capítulos anteriores) permitiu chegar às seguintes interpretações: todas as águas superficiais analisadas são águas doces influenciadas pela geologia, por exemplo as amostras de água dos rios de São Vicente em Maiorga (89), de Alcobaça em Fervença (90) e em Valado dos Frades (92) revelaram estar influenciadas por lixiviação de evaporitos. Além da geologia, as amostras de águas superficiais mostraram estar contaminadas pelas actividades antrópicas. Assim, todas as amostras de água superficiais analisadas mostraram estar contaminadas pela indústria vidreira, com excepção das amostras de água dos rios de Alcobaça em Fervença (25 e 25b) e de Águas Belas em Valado dos Frades (39 e 39b), das valas em Valado dos Frades (36 e 36b) e no Paúl da Cela (62 e 63) e da lagoa do Paúl da Cela (80). Pela indústria da cerâmica, todas, excepto as amostras de água dos rios de Alcobaça em Fervença (25 e 25b), de Cós no Casal de Areia (87), de Areia no Casal de Areia (88) e de Águas Belas (39 e 39b) em Valado dos Frades, das valas em Valado dos Frades (36 e 36b) e no Paúl da Cela (62 e 63) e da lagoa (80). Pela indústria metalúrgica, todas as amostras de água superficiais analisadas, excepto as amostras de água dos rios de Alcobaça em Fervença (25), de Águas Belas em Valado dos Frades (39 e 39b) e de Areia no Casal de Areia (88), das valas em Valado dos Frades (36 e 36b) e no Paúl da Cela (62 e 63) e da lagoa no Paúl da Cela (80). Pelo curtimento de couros, tintas e indústria alimentar, as amostras de água dos rios de Areia em Valado dos Frades (38, 38b e 38c), de São Vicente em Maiorga (89), de Alcobaça em Fervença (90) e em Valado dos Frades (92) e do Meio em Valado dos Frades (91), das águas poluídas no Casal de Areia (40b, 49, 51, 52 e 53), da vala em Fervença (71) e da lagoa no Casal de Areia (66). Pela indústria dos plásticos, as amostras de água dos rios de Alcobaça em Fervença (90) e em Valado dos Frades (92), de Cós no Casal de Areia (87), de Areia no Casal de Areia (88), de Areia (38) em Valado dos Frades e de São Vicente (89) em Maiorga, e das valas no Casal de Areia (40b, 49 e 52). Pelas águas residuais urbanas, a amostra de água da vala 52 no Casal de Areia. Pelas águas residuais das ETARs, as amostras de água dos rios de Cós (87) e de Areia (88) no Casal de Areia, de São Vicente em Maiorga (89) e de Alcobaça em Fervença (90). Pelo uso de fertilizantes e/ou adubos químicos na actividade agrícola, todas as amostras de águas superficiais analisadas, com excepção das amostras de água dos rios de Alcobaça em Fervença (25 e 25b) e de Águas Belas em Valado dos Frades (39) e das valas em Valado dos Frades (36 e 36b). Contaminadas por nitratos, segundo a interpretação do gráfico do ião nitrato (NO_3^-) em função do ião cloreto (Cl^-), as amostras de água dos rios de Areia em Valado dos Frades (38 e 38b), de Alcobaça em Fervença (25b e 90) e em Valado dos Frades (92), de São Vicente em Maiorga (89), de Águas Belas (39b) e do Meio (91) ambos em Valado dos Frades; das valas no Casal de Areia (52), em Valado dos Frades (36 e 36b), em Fervença (71) e no Paúl da Cela (62); e da lagoa no Paúl da Cela (80). A amostra de água na segunda colheita do rio Águas Belas em Valado dos Frades (39b) ainda apresentou estar contaminada por efluentes de suinicultura (ração). As amostras de água da lagoa no Paúl da Cela (80) e das águas poluídas no Casal de Areia (40b, 49, 50, 51 e 52) estão contaminadas também por fungicidas, e as amostras de água poluídas no Casal de Areia (40b, 49, 50, 51, 52 e 53) estão contaminadas por insecticidas.

Qualidade da água

A qualidade da água para consumo humano, de acordo com os parâmetros físico-químicos analisados é afectada pelo pH (valas 49 e 52, lagoa 66, todas do Casal de Areia); pelo ião potássio (K^+) (lagoa 80 do Paúl da Cela; valas 49 e 52 do Casal de Areia; rio 51 de Areia, 89 de São Vicente, 39b de Águas Belas e 91 do Meio); pelo ião magnésio (Mg^{2+}) (lagoa 80 do Paúl da Cela e rios 89 de São Vicente em Maiorga, 90 de Alcobaça em Fervença e 92 de Alcobaça em Valado dos Frades); pelo ião cloreto (Cl^-) (lagoa 80 do Paúl da Cela); pelo ião nitrato (NO_3^-) (rio de Areia 50 e 51 no Casal de Areia, rio 92 de Alcobaça em Valado dos Frades); pelo ião nitrito (NO_2^-) (rio 25b de Alcobaça em Fervença, lagoa 66 no Casal de Areia e rio 89 de São Vicente em Maiorga); pelo ião brometo (Br^-) (valas 49 e 53 e rio de Areia 50 no Casal de Areia); pelo ião fluoreto (rio 38 de Areia em Valado dos Frades; lagoa 80 no Paúl da Cela; valas 40, 40b, 49 e 52 no Casal de Areia; rios: 87 de Cós, 88 de Areia, 89 de São Vicente, 90 de Alcobaça em Fervença, 39b de Águas Belas, 91 do Meio e 92 de Alcobaça em Valado dos Frades); pelo manganês (rio 38 de Areia em Valado dos Frades); pelo cádmio (Cd) (vala 53 do Casal de Areia); pelo selénio (Se) (valas 36 no Valado dos Frades e 53 no Casal de Areia); pelo bário (Ba) (vala 53 do Casal de Areia).

As águas poluídas do Casal de Areia são as que apresentaram mais parâmetros acima dos limites de tolerância para consumo humano. As águas dos rios de Cós, de Areia, de São Vicente, de Alcobaça, do Meio e de Águas Belas, assim como as lagoas de Casal de Areia e do Paúl da Cela, revelaram alguns parâmetros indicadores de poluição, sugerindo a presença da contaminação agrícola e industrial.

Recorda-se que os parâmetros indicadores de poluição analisados, foram: ião nitrato (NO_3^-), ião nitrito (NO_2^-), ião fosfato (PO_4^{3-}); elementos secundários em excesso: ião potássio (K^+), ião fluoreto (F^-) e ião brometo (Br^-); e metais pesados: titânio (Ti), vanádio (V), cromo (Cr), manganês (Mn), ferro (Fe), cobalto (Co), níquel (Ni), cobre (Cu), zinco (Zn), gálio (Ga), germano (Ge), arsénio (As), ítrio (Y), zircónio (Zr), nióbio (Nb), molibdénio (Mo), prata (Ag), cádmio (Cd), índio (In), estanho (Sn), antimónio (Sb), telúrio (Te), tântalo (Ta), tungsténio (W), platina (Pt), mercúrio (Hg), tálio (Tl), chumbo (Pb), tório (Th) e urânio (U).

A classificação da água para rega revelou que a maioria das águas superficiais analisadas pertence à classe C2S1 (20 amostras de água), apresentando apenas nove na classe C3S1 (amostras de água: 25, 25b e 90 do rio Alcobaça em Fervença, 91 do rio do Meio em Valado dos Frades, 89 do rio de São Vicente em Maiorga, 38b do rio de Areia em Valado dos Frades, 80 da lagoa no Paúl da Cela, 62 e 63 das valas do Paúl da Cela) e duas na classe C1S1 (amostras de água: 49 e 53 das valas do Casal de Areia). No geral são águas que apresentam baixo perigo de alcalinização (S1) e médio a alto perigo de salinização (C1 a C3), não devendo, por isso, ser usadas nas culturas mais sensíveis à salinidade moderada, como por exemplo em culturas de alface, couve-flor e repolho.

Isótopos

As amostras de água superficiais analisadas aos isótopos de oxigénio 18 e de hidrogénio 2 revelaram resultados não muito diferentes do que se esperava. Assim, as amostras da água da chuva 54, 56 e 57 indicaram ser água da chuva, a amostra de água da lagoa 66 no Casal de Areia e da vala 63 no Paúl da

Cela serem águas de mistura sujeitas a evaporação, e as restantes amostras, valas 36 em Valado dos Frades e 71 em Fervença, e rios 38 de Areia em Valado dos Frades e 25b de Alcobaça em Fervença, serem águas doces. No entanto, a relação entre os isótopos oxigénio 18 e hidrogénio 2 para as amostras de água da vala 36 e do rio de Areia 38, ambas em Valado dos Frades, indicaram ser águas de origem da água universal, isto é, provenientes da água da chuva, cuja composição físico-química é semelhante em vários pontos do planeta em épocas passadas. Ainda, para as amostras de água da vala 36 em Valado dos Frades, do rio de Alcobaça 25b e da vala 71 ambas em Fervença, o estudo isotópico sugeriu o início do fenómeno de intrusão salina. No entanto, estas três últimas amostras, pela sua localização geográfica, (distarem do mar entre cerca de 3050 m e mais de 9050 m), e geológica (nas aluviões e próximo das formações carbonatadas de idade Jurássica), pelo alto valor de condutividade eléctrica (438,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 980,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 945,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$, respectivamente) e de salinidade (8,5‰, 7,8‰ e 6,6‰, respectivamente), pela interpretação dos índices hidrogeoquímicos e dos gráficos, sugerem que estejam mais influenciadas pela geologia (calcários, dolomitos, evaporitos), pelas actividades agrícolas e pelo fenómeno de evaporação (anos de colheita de água, secos) do que pelo fenómeno de intrusão salina.

As figuras seguintes simplificam as informações obtidas dos recursos hídricos superficiais analisados por anos. (**Figs. 6.1, 6.2 e 6.3**)

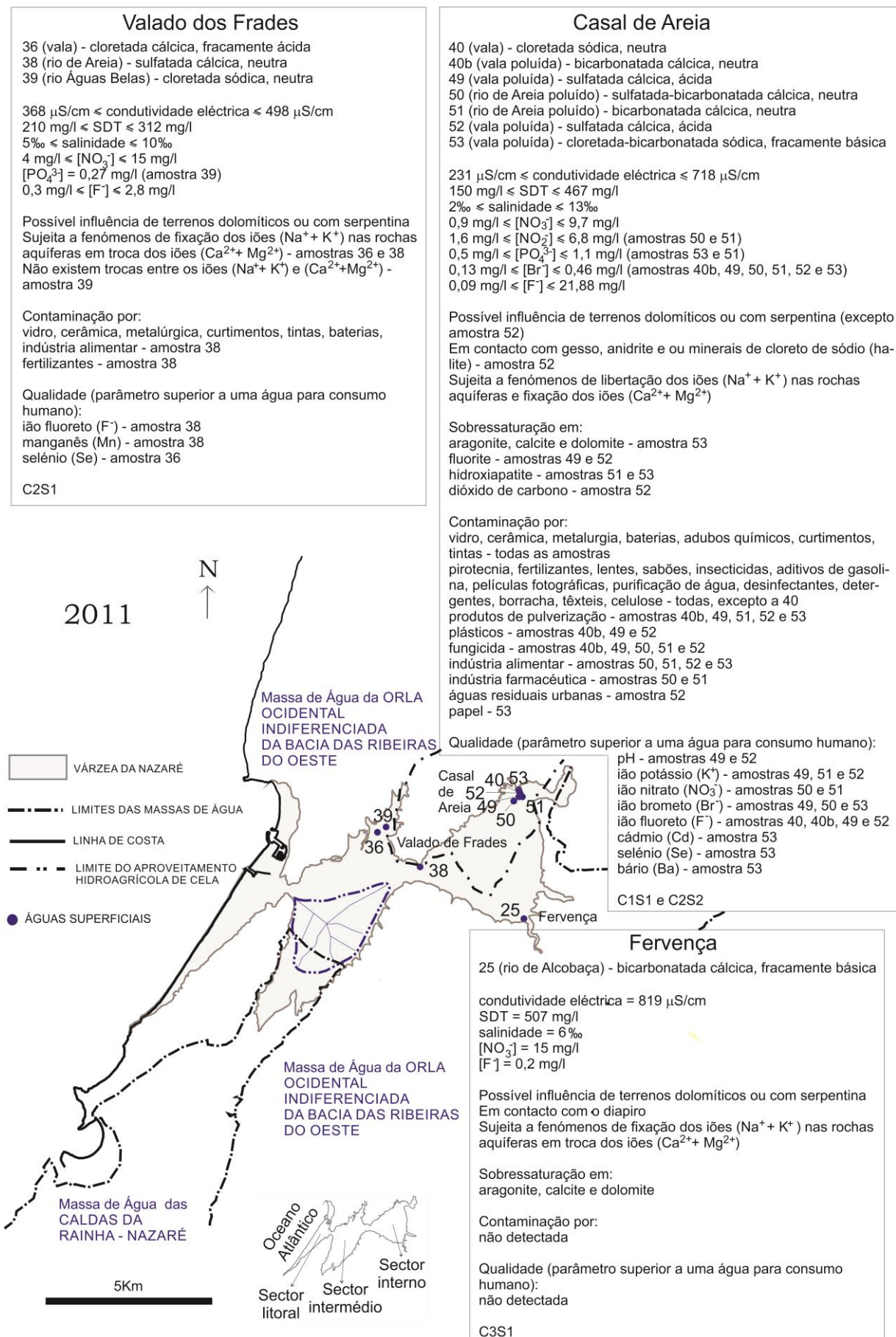


Figura 6.1 – Recursos hídricos superficiais analisados em 2011

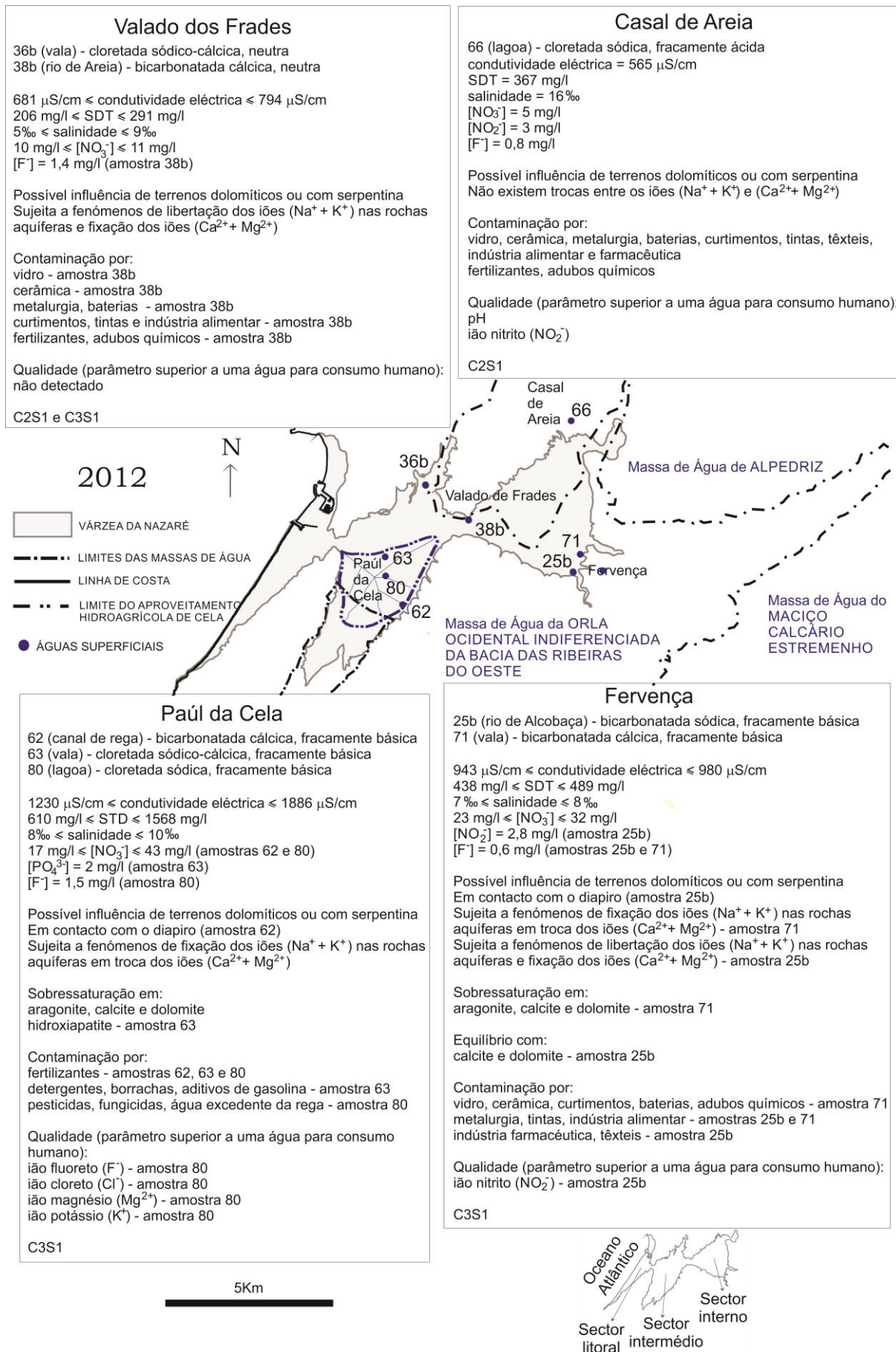


Figura 6.2 – Recursos hídricos superficiais analisados em 2012

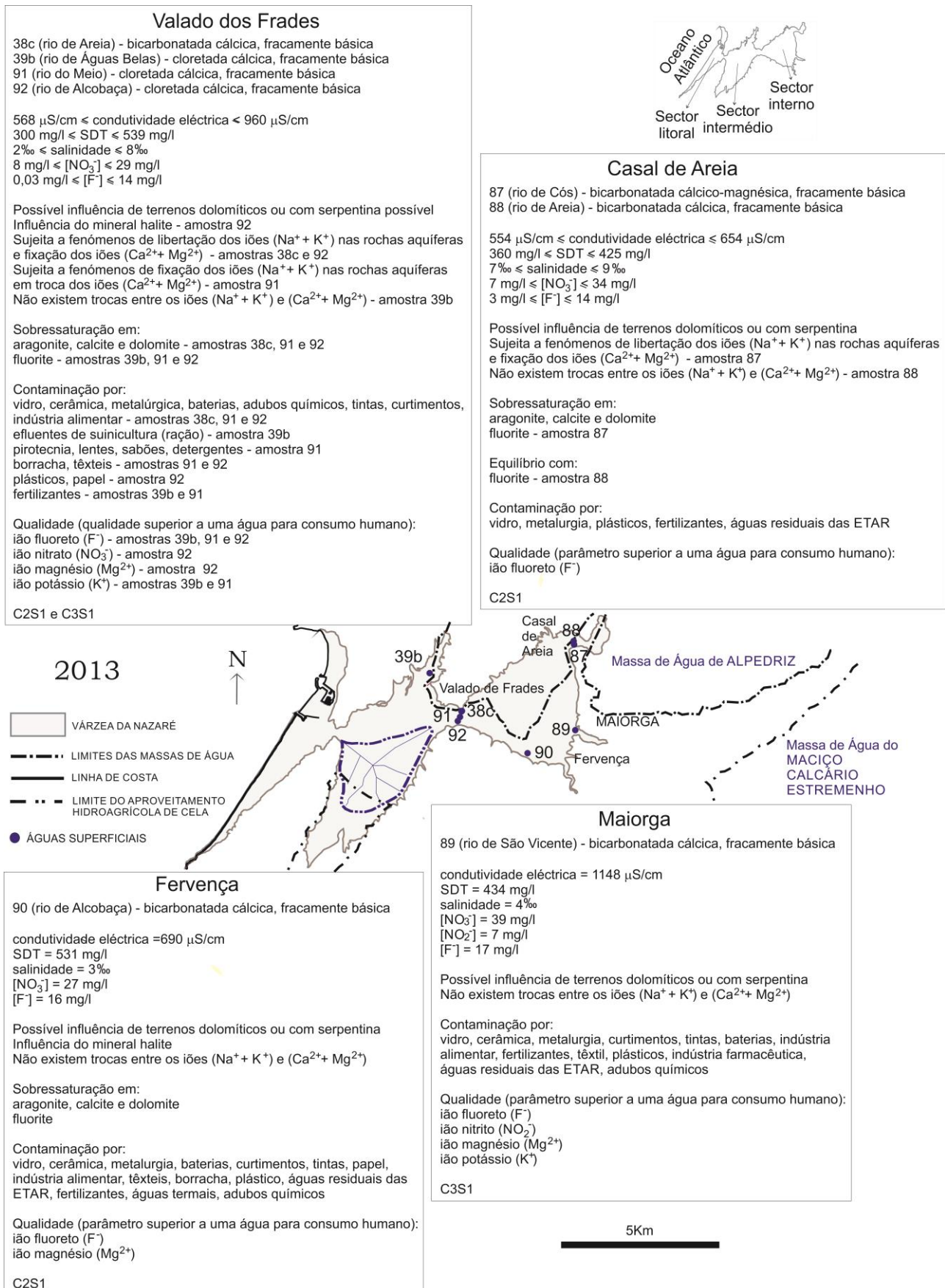


Figura 6.3 – Recursos hídricos superficiais analisados em 2013

Água da chuva

A água da chuva de 11 a 16 de Novembro de 2011, revelou ser bicarbonatada cálcica, branda, salobra (salinidade entre 3,9‰ e 4,9‰), pouco mineralizada (condutividade eléctrica entre 381 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 399 $\mu\text{S}/\text{cm}$, aproximadamente), fracamente ácida a neutra, e oxidante. De acordo com a classificação SAR para água de rega é uma água que apresenta baixo perigo de alcalinização e médio perigo de salinização (C2S1).

As águas revelaram diferenças entre elas. A estação meteorológica de Alfeizeirão, por estar próxima do mar (distância cerca de 2100 m), apresentou concentração em ião sulfato (SO_4^{2-}) superior à sua concentração em ião cloreto (Cl^-), sendo estes valores também superiores aos detectados nas outras estações meteorológicas. A sua água da chuva apresentou ião fosfato (PO_4^{3-}) e não ião nitrato (NO_3^-), ao contrário das restantes estações. Verificou-se que a água da chuva da estação de Montes apresentou maior concentração de ião cálcio (Ca^{2+}) e de ião magnésio (Mg^{2+}), local onde a velocidade média do vento é mais elevada e se verifica uma maior concentração de chuva durante o tempo de colheita em relação às restantes estações meteorológicas. Na estação de Maiorga, onde os valores de radiação solar são mais elevados, a água da chuva apresentou uma maior concentração em ião potássio (K^+) em relação às restantes águas das chuvas. (**Fig. 6.4**)

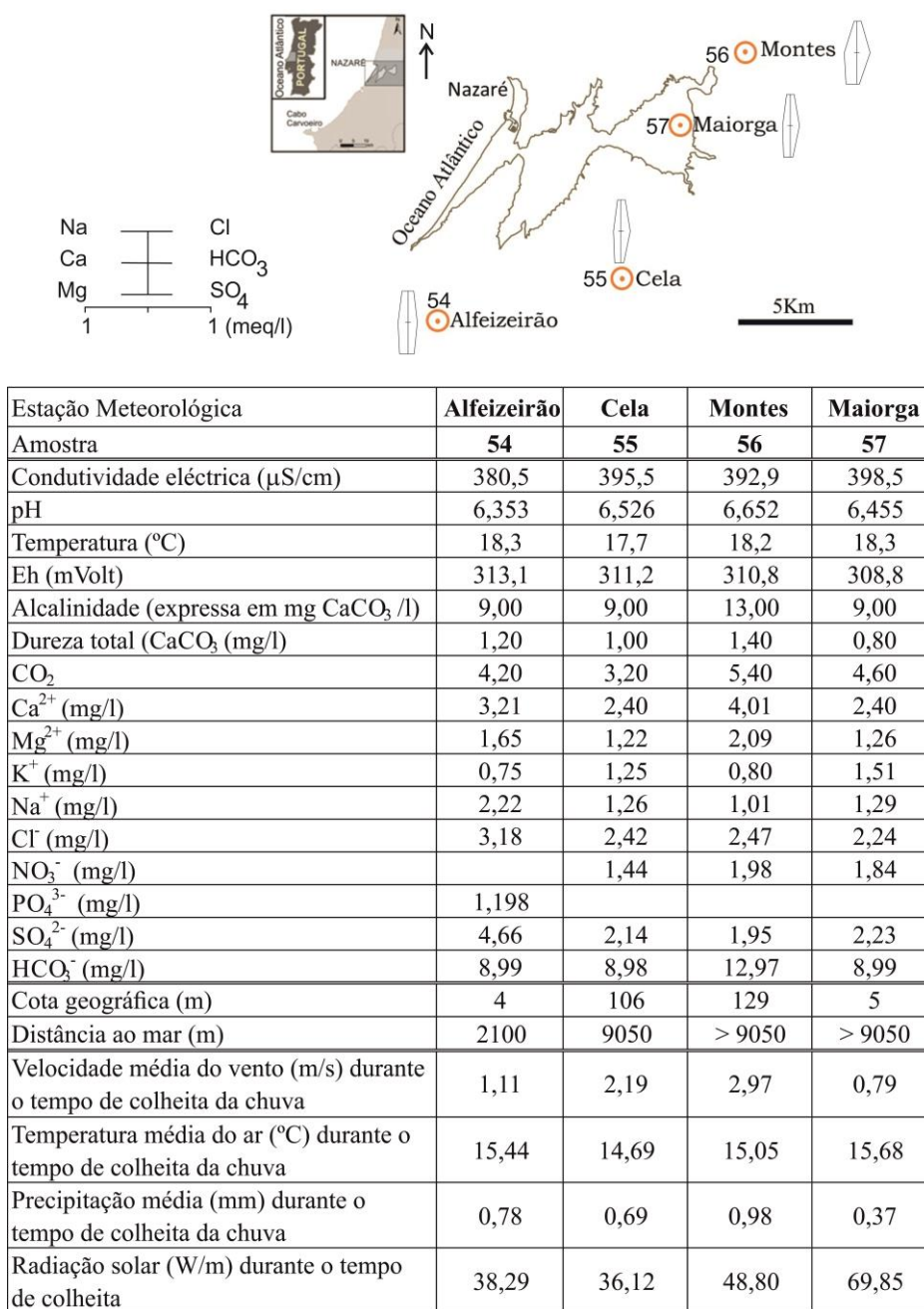


Figura 6.4 – Características físico-químicas das águas das chuvas

As diferenças verificadas na composição da água da chuva nos diversos locais de colheita devem-se à proximidade do mar [maior concentração em ião sulfato (SO₄²⁻) do que em ião cloreto (Cl⁻)], à alta velocidade do vento, à maior quantidade de precipitação [maior concentração em ião cálcio (Ca²⁺) e em ião magnésio (Mg²⁺)] e à elevada radiação solar [maior concentração em ião potássio (K⁺)].

6.2 – Recursos hídricos subterrâneos

Os recursos hídricos subterrâneos analisados foram captados em nascentes, poços e furos.

Colheram-se amostras de água de 16 nascentes, distribuídas por duas em Nasce Água (2 e 83), duas em Valado dos Frades (35 e 86), uma em Famalicão (73), duas em Bárrio (37 e 76), duas em Fervença (59 e 64), duas em Alcobaça (27 e 65), duas no Casal de Areia (14 e 77), duas em Montes (17 e 19) e uma em Ferraria (21). Estas nascentes situam-se a uma distância mínima do mar de cerca de 2850 m (nascente 35 em Valado dos Frades) a mais de 9050 m [nascentes: no Casal de Areia (14 e 77), em Montes (17 e 19), em Ferraria (21), em Alcobaça (27 e 65), em Fervença (59 e 64)]. As cotas geográficas das nascentes analisadas variam desde 1 m (nascente 37 em Bárrio) a 100 m (nascente 27 em Alcobaça). As nascentes, do ponto de vista geológico, localizam-se no contacto entre as diferentes formações da Várzea da Nazaré, com excepção da nascente 65. A nascente 65 é uma das nascentes do rio Alcôa, no Poço Suão, próximo de Chiqueda de Cima, Alcobaça, localizada na massa de água do Maciço Calcário Estremenho. As litologias predominantes são areias e rochas carbonatadas (calcários, calcários gresosos, dolomitos, margas, calcários margosos), no entanto, pela sua localização, as nascentes 77 (no Casal de Areia), 14 (em Montes), 73 (em Famalicão) e 35 (em Valado dos Frades), poderão estar influenciadas pelas chaminés vulcânicas de Casalinho, Famalicão e São Bartolomeu, assim como as nascentes 86 (em Valado dos Frades) e 83 (em Nasce Água), poderão estar influenciadas pelos filões de Valado dos Frades e da Lagoa da Clementina. (Consultar **Figura 3.19** e **Quadro 3.X** do «Capítulo 3 – Metodologia» e **Figura 2.10** do «Capítulo 2 – Enquadramento»).

Analisaram-se águas de 29 poços distribuídos pelos seguintes locais: um em Nasce Água (84), dois em Valado dos Frades (8 e 9), um no Paúl da Cela (79), três em Nazaré (33, 34 e 47), três na Quinta de São Gião (44, 48 e 72), dois em Famalicão (46 e 74), três em Bárrio (41, 42 e 43), seis em Fervença (23, 24, 32, 67, 68 e 70), dois em Vestiária (28 e 29), dois em Maiorga (10 e 12), um no Casal de Areia (15), dois em Montes (16 e 18) e um em Ferraria (22). Estes poços situam-se a uma distância mínima do mar de cerca de 350 m (poço 47 na Nazaré) a mais de 9050 m [poços: em Maiorga (10 e 12), no Casal de Areia (15), em Montes (16 e 18), em Ferraria (22), em Fervença (23, 24, 32, 67, 68 e 70), em Vestiária (28 e 29) e em Nasce Água (84)]. As cotas geográficas da posição dos poços variam desde 1 m (poço 79 em Paúl da Cela) a 150 m (poço 28 em Vestiária). Os poços em Valado dos Frades (8 e 9), em Fervença (67 e 68) e em Nasce Água (84) localizam-se na Formação do Plio-Plistocénico («Complexo Arenoso de Valado dos Frades»). Os poços em Maiorga (12), na Quinta de São Gião (44, 48 e 72), na Nazaré (47), em Fervença (70) e em Famalicão (74) localizam-se na Formação do Quaternário (aluviões e/ou areias de dunas). Os poços em Montes (16 e 18) e em Ferraria (22) localizam-se na Formação do Cretácico («Complexo de Cós-Juncal»). Os poços em Vestiária (28, 29) e em Bárrio (41, 42 e 43) localizam-se nas Formações do Jurássico superior («Grés Superiores com Vegetais e Dinossáurios» e «Camadas de Alcobaça»). Os poços em Fervença (24 e 32) e no Paúl da Cela (79) localizam-se entre as Formações do Quaternário (aluviões) e do Jurássico inferior («Margas e Calcários de Dagorda»). Os poços no Casal de Areia (15) e em Famalicão (46) localizam-se entre as formações do Quaternário (aluviões e areias de dunas) e do Plio-Plistocénico («Complexo Arenoso de Valado dos Frades»). Os poços em Maiorga (10), em Fervença (23) e na Nazaré (33 e 34) localizam-se entre as Formações do Quaternário (aluviões e/ou areias de dunas) e do Jurássico

superior («Camadas de Alcobaça»). (Consultar **Figura 3.19** e **Quadro 3.X** do «Capítulo 3 – Metodologia» e **Figura 2.10** do «Capítulo 2 – Enquadramento»).

As águas de 22 furos analisadas distribuem-se por: um em Valado dos Frades (81), sete em Nasce Água (1, 3, 4, 5, 6, 7 e 82), um na Nazaré (75), dois na Quinta de São Gião (45 e 85), um em Bárrio (61), dois em Fervença (58 e 60), dois em Vestiária (30 e 31), um em Alcobaça (26), dois em Maiorga (11 e 69), dois no Casal de Areia (13 e 78) e um em Montes (20). Estes furos situam-se a uma distância mínima do mar de cerca de 825 m (furo 85 em Valado dos Frades) a mais de 9050 m [furos: em Maiorga (11 e 69), no Casal de Areia (13 e 78), em Montes (20), em Alcobaça (26), em Vestiária (30 e 31), em Fervença (58 e 60)]. As cotas geográficas da posição dos furos variam desde 2 m (furo 75 em Valado dos Frades) a 167 m (furo 31 em Vestiária). Em relação à localização geológica, os furos em Maiorga (69) e no Casal de Areia (78) encontram-se na Formação do Plio-Plistocénico («Complexo Arenoso de Valado dos Frades»). Os furos em Nasce Água (1, 3, 4, 5, 6 e 7), em Maiorga (11), na Quinta de São Gião (45 e 85), em Fervença (58), na Nazaré (75) e em Valado dos Frades (81) localizam-se na Formação do Quaternário (aluviões e/ou areias de dunas). Os furos em Alcobaça (26), em Vestiária (30 e 31), em Fervença (60) e em Bárrio (61) localizam-se na Formação do Jurássico superior («Grés Superiores com Vegetais e Dinossáurios»). O furo em Montes (20) localiza-se entre as Formações do Plio-Plistocénico («Complexo Arenoso de Valado dos Frades») e do Cretácico («Complexo Gresoso de Cós-Juncal»). Os furos no Casal de Areia (13 e 78), localizam-se nas Formações do Quaternário (aluviões e/ou areias de dunas) e na Formação do Plio-Plistocénico («Complexo Arenoso de Valado dos Frades»), respectivamente. (Consultar **Figura 3.19** e **Quadro 3.X** do «Capítulo 3 – Metodologia» e **Figura 2.10** do «Capítulo 2 – Enquadramento»).

Em seguida descrevem-se os recursos hídricos subterrâneos através dos parâmetros físico-químicos determinados.

pH

As amostras de água das nascentes fracamente ácidas localizaram-se nas regiões arenosas, encontrando-se a maioria próxima das chaminés e filões (2 em Nasce Água, 17 e 19 em Montes, 21 em Ferraria, 35 em Valado dos Frades, 73 em Famalicão e 77 no Casal de Areia). As restantes amostras de água das nascentes analisadas mostraram ser neutras, com exceção das amostras de água 21c e 35b que se mantiveram fracamente ácidas, da 19b que passou a ser ácida, e das amostras de água 83 em Nasce Água e 86 em Valado dos Frades que se apresentaram fracamente básicas. O valor de pH para as nascentes analisadas varia desde cerca de 5,71 (77 no Casal de Areia) a cerca de 8,03 (86 em Valado dos Frades).

A maioria das amostras de água dos poços analisados revelou ser neutra. As amostras de água em Fervença (67 e 68) e a de Montes (16b) revelaram ser ácidas. A amostra de água 16 em Montes e 8 em Valado dos Frades revelaram ser fracamente ácidas. As amostras de água 15 (no Casal de Areia), 70 (em Fervença), 79 (no Paúl da Cela), 84 (em Nasce Água), 18b (em Montes), 32b (em Fervença) e 42b (em Bárrio) mostraram ser fracamente básicas. O valor de pH para os poços analisados varia desde cerca de 4,66 (68 em Fervença) a cerca de 8,24 (84 em Nasce Água).

As amostras de água colhidas em furos revelaram ser maioritariamente neutras e nas zonas arenosas fracamente ácidas (1, 1b, 3, 4, 5, 6 e 7 em Nasce Água, 20 em Montes, 11 e 69 em Maiorga). O

furo 13 revelou ser uma água ácida. Os furos 81 (em Valado dos Frades), 82 (em Nasce Água) e 85 (na Quinta de São Gião) revelaram ser fracamente básicos. O valor de pH para os furos analisados varia desde cerca de 4,58 (13 no Casal de Areia) a cerca de 7,93 (81 em Valado dos Frades).

As águas subterrâneas analisadas revelaram variáveis valores de pH, podendo estar relacionados com o tipo de litologia e/ou actividades antrópicas, por exemplo, a água do furo 13, ácida, por se encontrar em zona arenosa e próximo de indústrias, nomeadamente a vidreira. Outro exemplo são os poços 67 e 68 em Fervença, em zona de actividade agrícola intensa e rodeada por rodovias cujas águas residuais desagüam para estes terrenos (segundo informação da proprietária). Relativamente às águas fracamente básicas, estas coincidem com zonas agrícolas.

Eh

Os recursos hídricos subterrâneos analisados mostraram ser águas oxidantes, contêm oxigénio dissolvido; com excepção das amostras de água dos poços 12 em Maiorga, 47 e 47b na Nazaré, 24b em Fervença, 72 na Quinta de São Gião, 74 em Famalicão, e do furo 58 em Fervença. No interior destes poços (47, 47b, 72, 74 e 24b) observaram-se muitos resíduos sólidos urbanos (sacos e garrafas de plásticos, botas de borracha, tábuas, frigorífico, latas de tinta, sacas de produtos químicos para agricultura), algas e animais (cobras de água, rãs). O furo 58, em Fervença, localiza-se no interior do sector interno da Várzea, numa antiga zona de intensa actividade pecuária e próximo de indústrias de vidro e de cerâmica. A presença de água redutora, ausência de oxigénio dissolvido, deve-se, segundo Fetter (2001), à biodegradação da matéria orgânica pelos microorganismos presentes na água e/ou solo. Neste caso, resulta da degradação dos resíduos urbanos depositados no interior de cinco poços e da degradação da matéria orgânica existentes nos materiais turfosos (consultar **Figura 2.13** e texto do «Capítulo 2 – Enquadramento») que o furo atravessou.

Relação pH-Eh

As amostras de água das nascentes analisadas revelaram pertencer a um ambiente de rio, com excepção das amostras de água 2 (em Nasce Água), 17, 18 e 19b (em Montes), 21, 21b e 21c (em Ferraria), 73 (em Famalicão), 77 (no Casal de Areia) revelaram um ambiente de chuva, das amostras de água 35 e 35b (em Valado dos Frades) revelaram pertencer, respectivamente, a um ambiente entre água de chuva e de rio e a um ambiente próximo das águas de transição entre água superficial e água subterrânea.

As amostras de água dos poços analisados revelaram pertencer a um ambiente de rio, com excepção das amostras de água 8 e 9 (em Valado dos Frades), 16 (em Montes), 67 e 68 (em Fervença) revelaram pertencer a um ambiente de chuva, das amostras de água 47 e 47b (na Nazaré), 48 e 48c (na Quinta de São Gião), 16b (em Montes) e 24b (em Fervença) revelaram pertencer a um ambiente de transição entre água superficial e água subterrânea, as amostras de água 72 (na Quinta de São Gião) e 74 (em Famalicão) que revelaram pertencer a um ambiente de água subterrânea.

As amostras de água dos furos analisados revelaram pertencer a um ambiente de rio, com excepção das amostras de água 1, 1b, 3, 4, 5, 6 e 7 (em Nasce Água), 11 e 69 (em Maiorga) e 20 (em Montes) revelaram pertencer a um ambiente de chuva, a amostra de água 58 (em Fervença) revelou pertencer a um

ambiente próximo do da água subterrânea, a amostra de água 78 (no Casal de Areia) pertencer a um ambiente de transição entre água superficial e água subterrânea, e as amostras de água 13 e 13b (no Casal de Areia) revelaram pertencer, respectivamente, a um ambiente entre água de mina e de água da chuva e a um ambiente de mina.

No geral, os recursos hídricos subterrâneos pertencem tanto a um ambiente de rio como a um ambiente de chuva, existindo algumas exceções, devido a contaminações antrópicas. Por exemplo, os poços e o furo que revelaram águas redutoras pertencem a um ambiente entre água superficial e água subterrânea, assim como as águas ácidas retiradas do furo 13 determinaram pertencer a um ambiente de mina ou entre este e a água da chuva.

Temperatura

As temperaturas das águas das nascentes analisadas mostraram-se moderadamente frias nos meses de Inverno e mornas nos meses de Verão. No entanto, as águas das nascentes nas Termas da Piedade (59) e próxima das Termas, Fonte da Pupa, (64 e 64b) mantiveram-se sempre com temperatura moderadamente quente, segundo a classificação da temperatura das águas de Bogomolov e Silin-Betchurin. (1966; *in*: Custodio & Llamas, 1983)

As temperaturas das águas colhidas dos poços revelaram-se mornas nos meses de Maio, Julho e Setembro, e nos restantes meses de colheita moderadamente frias, segundo a mesma classificação.

As temperaturas das águas dos furos analisados repetem a mesma situação, de serem mornas nos meses de Maio e Julho, e nos restantes meses de colheita moderadamente frias, com excepção de dois furos, 58 (próximo das Termas da Piedade) e 60 (furo das Termas da Piedade) em Fervença, que se mostraram moderadamente quentes. As amostras de águas com temperaturas entre 25°C e 30°C apresentam alta condutividade eléctrica e salinidade. Por exemplo, a nascente 59 com cerca de 4413 µS/cm e cerca de 13‰ e o furo 60 com cerca de 4795 µS/cm e cerca de 13‰.

Condutividade eléctrica

As amostras de água das nascentes analisadas revelaram, no geral, valores de condutividade eléctrica inferiores a 1000 µS/cm. No entanto, as nascentes localizadas nas Termas da Piedade e na sua proximidade, Fonte da Pupa, (59, 64 e 64b) revelaram valores de condutividade eléctrica entre 4000 µS/cm e 5000 µS/cm. Outras amostras de águas (37, 37b e 37c) da nascente localizada no plano de falha entre as areias Modernas e «Margas e Calcários de Dagorda» do Jurássico (Hetangiano-Retiano) revelaram valores de condutividade eléctrica entre 3000 µS/cm e 4000 µS/cm. Duas nascentes, 65 Alcobaça e 76 Bárrio, apresentaram valores de condutividade eléctrica entre 1000 µS/cm e 2000 µS/cm.

No geral, as amostras de água dos poços analisados em 2011 apresentaram valores de condutividade eléctrica inferiores a 1000 µS/cm e as de 2012 valores entre 1000 µS/cm e 2000 µS/cm. No entanto, algumas amostras de água da Quinta de São Gião (48 e 72) e de Fervença (24b) revelaram valores de condutividade eléctrica entre 2000 µS/cm e 3000 µS/cm, e da Nazaré (34b) valores entre 3000 µS/cm e 4000 µS/cm.

A maioria das amostras de água dos furos analisados revelou valores de condutividade eléctrica inferiores a 1000 $\mu\text{S/cm}$. No entanto, algumas amostras de água revelaram valores de condutividade eléctrica entre 1000 $\mu\text{S/cm}$ e 2000 $\mu\text{S/cm}$ (45, 45b e 85 na Quinta de São Gião, 61 em Bárrio, 13b no Casal de Areia e 81 em Valado dos Frades), entre 2000 $\mu\text{S/cm}$ e 3000 $\mu\text{S/cm}$ (58 em Fervença) e entre 4000 $\mu\text{S/cm}$ e 5000 $\mu\text{S/cm}$ (60 em Fervença).

A condutividade eléctrica nos recursos hídricos subterrâneos revelou ser variável, sendo a maioria inferior a 1000 $\mu\text{S/cm}$ e/ou entre 1000 $\mu\text{S/cm}$ e 2000 $\mu\text{S/cm}$, com algumas situações pontuais de muito altos valores na zona de Fervença, especialmente nas captações localizadas nos planos de falha entre as areias Modernas e «Margas e Calcários de Dagorda» do Jurássico inferior.

Como se verifica, a condutividade eléctrica apresenta valores diferentes, sugerindo águas com diferente mineralização. Assim, a baixa mineralização verificada (inferior a 1000 $\mu\text{S/cm}$) pode ser devida à rápida circulação e, consequentemente, ao pouco tempo de residência no mesmo local. A muito alta mineralização (entre 4000 $\mu\text{S/cm}$ e 5000 $\mu\text{S/cm}$) dever-se-á à presença de evaporitos de fácil dissolução, em profundidade e a uma circulação muito lenta. Os valores de condutividade eléctrica de algumas amostras de água subterrâneas entre 2000 $\mu\text{S/cm}$ e 4000 $\mu\text{S/cm}$ serão provavelmente o resultado da circulação lenta e da presença de terrenos agrícolas. É de realçar que os pontos de amostragem em 2011 e em 2012 não foram coincidentes.

Alcalinidade

A alcalinidade dos recursos hídricos subterrâneos analisados mostrou-se muito variável.

Dióxido de carbono (CO_2) livre

As amostras de águas das nascentes analisadas em 2011 apresentaram valores de concentração em dióxido de carbono (CO_2) livre entre 0,60 mg/l (nascentes: 17 e 19 em Montes, 27 em Alcobaça e 35 em Valado dos Frades) e 1,80 mg/l (nascentes: 14 no Casal de Areia e 37 em Bárrio). As amostras de água das nascentes analisadas em 2012 apresentaram valores entre 2,4 mg/l (nascente 83 em Nasce Água) a cerca de 12,8 mg/l (nascente 65 em Alcobaça), com uma amostra de água com 42 mg/l (nascente 59 em Fervença). Verificou-se que as amostras de água das nascentes de Fervença (59 com 42 mg/l; 64 com 11,40 mg/l; e 64b com 8,60 mg/l), a de Alcobaça (65 com 12,80 mg/l) e as de Bárrio (37 com 1,80 mg/l; 37b com 6,60 mg/l; 37c com 8,40 mg/l) apresentaram os maiores valores de concentração em dióxido de carbono (CO_2) livre, devido a serem águas circulantes em rochas evaporíticas e/ou carbonatadas extruídas em zona de falha.

As amostras de água dos poços analisados em 2011 apresentaram valores de concentração em dióxido de carbono (CO_2) livre entre 0,20 mg/l (poços: 41 em Bárrio e 46 em Famalicão) e 3,60 mg/l (poço 12 em Maiorga), com uma amostra a apresentar 17,80 mg/l (poço 16 em Montes). Em 2012, os valores de concentração em dióxido de carbono (CO_2) livre variaram entre 0,00 mg/l (poço 18b em Montes) e 12,80 mg/l (poço 24b em Fervença). Os poços com valores mais altos localizaram-se em Montes (16 com 17,80 mg/l; e 16b com 11,40 mg/l), em Fervença (24b com 12,80 mg/l; 67 com 9,60 mg/l; e 68 com

6,60 mg/l), na Quinta de São Gião (48c com 7,60 mg/l; e 72 com 11 mg/l) e em Famalicão (74 com 8,00 mg/l). A alta concentração em dióxido de carbono (CO₂) livre deve-se, principalmente, à degradação da matéria orgânica usada como adubo na actividade agrícola e, nos poços com águas de características reductoras (24b em Fervença, 72 na Quinta de São Gião e 74 em Famalicão) também, à respiração dos seres aquáticos existentes neles.

As amostras de água dos furos analisados em 2011 apresentaram valores de concentração em dióxido de carbono (CO₂) livre entre 0,40 mg/l (furo 20 em Montes) e 3,20 mg/l (furo 11 em Maiorga), com uma amostra de água em Vestiária (30) com 10,40 mg/l. Em 2012, apresentaram valores de concentração em dióxido de carbono (CO₂) livre entre 1,60 mg/l (furo 1b em Nasce Água) e 7,40 mg/l (furo 85 na Quinta de São Gião), com excepção de três amostras de água em Fervença (60) com 18,40 mg/l; em Bárrio (61) com 24,20 mg/l e no Casal de Areia (13b) com 70,39 mg/l. A elevada concentração em dióxido de carbono (CO₂) livre deve-se à circulação em rochas carbonatadas (30 e 61) e/ou evaporíticas (60) e às actividades industriais (13b) quer através da queda das emissões atmosféricas quer através das águas residuais dos processos industriais.

A diferença entre os resultados obtidos em 2011 e em 2012 não ajudam a perceber se ocorreu aumento da concentração em dióxido de carbono de um ano para o outro, ou se naquela zona onde foi amostrada as concentrações rondam aqueles valores, por não serem colheitas de água realizadas nos mesmos pontos de amostragem.

Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)

As amostras de água das nascentes analisadas revelaram variáveis valores de sólidos dissolvidos totais (SDT), desde inferior a 200 mg/l a cerca de 3000 mg/l. Amostras de água localizadas em zonas arenosas apresentaram valores inferiores a 200 mg/l (2 e 83 em Nasce Água, 17, 19 e 19b em Montes, 21, 21b e 21c em Ferraria, 35 em Valado dos Frades e 77 no Casal de Areia). Estas e as amostras 14 no Casal de Areia, 65 em Alcobaça, 35b e 86 em Valado dos Frades e 73 em Famalicão, são amostras de água de acordo com este parâmetro, boas. (WHO, 2011). As amostras de água com valores de sólidos dissolvidos totais (SDT) superiores a 600 mg/l localizam-se nas nascentes termais em Fervença (59, 64 e 64b) e nas situadas no plano de falha em Bárrio (37b, 37c e 76).

As amostras de água dos poços analisados consideradas boas, do ponto de vista de WHO (2011), foram em várias localidades (9 em Valado de Frades; 10, 10b, 12, 12b em Maiorga; 15 no Casal de Areia; 16, 16b, 18 e 18b em Montes; 22 em Ferraria; 28 e 29 em Vestiária; 41, 42b, 43 e 43b em Bárrio; 46 Famalicão; 44b, 48, 48b e 48c na Quinta de São Gião; 32b em Fervença; 47b na Nazaré; 74 em Famalicão; e 84 em Nasce Água).

As amostras de água dos furos analisados com valores superiores a 600 mg/l localizaram-se em zona agrícola (45 e 85 na Quinta de São Gião), industrial (13b no Casal de Areia) e nas termas da Piedade (58 e 60 em Fervença). As restantes amostras, em relação a este parâmetro, são consideradas boas. (WHO, 2011)

Verifica-se que as amostras de água subterrâneas com sólidos dissolvidos totais (SDT) superiores a 600 mg/l encontram-se em zonas de contaminação antrópica (Quinta de São Gião e Casal de Areia) e nas zonas de geotermia (Fervença e Bárrio).

Dureza total

Os recursos hídricos subterrâneos analisados revelaram ser águas brandas, com excepção das amostras de água dos poços na Nazaré (34 e 34b), em Fervença (24b) e na Quinta de São Gião (72) e do furo no Casal de Areia (13b), consideradas apresentarem uma dureza moderadamente dura.

Salinidade

A salinidade nos recursos hídricos subterrâneos analisados revelou-se variável desde 2‰ a 14‰. As amostras de água que apresentaram a salinidade mais elevada, entre 11‰ e 14‰, localizaram-se em zonas arenosas (nascente 83 e furos 1b, 3, 4, 5, 6 e 7 de Nasce Água), zona de falha (nascente 37, 37b e 37c em Bárrio) e/ou geotermia (nascentes 59, 64 e 64 e furo 60 em Fervença), zonas agrícolas (nascente 19, poço 16 e 16b em Montes; poço 34 e 34b na Nazaré; furo 11 em Maiorga) e zonas industriais (nascente 14 e furo 78 do Casal de Areia).

Fácies hidroquímica

As amostras de água das nascentes analisadas apresentaram, na maioria, dois tipos de fácies hidroquímica: a cloretada sódica (2 e 83 em Nasce Água; 17 e 19 em Montes; 35 em Valado dos Frades; 37, 37b e 37c em Bárrio; 59, 64 e 64b em Fervença) e a bicarbonatada cálcica (65 em Alcobaça; 21b e 21c em Ferraria; 73 em Famalicão; 86 em Valado dos Frades), característica da circulação em rochas evaporíticas e/ou carbonatadas. As amostras de água 76 em Bárrio e 77 no Casal de Areia apresentaram fácies hidroquímica bicarbonatada magnésica e cloretada magnésica, respectivamente. A predominância dos iões magnésio (Mg^{2+}) e hidrogenocarbonato (HCO_3^-) deve-se à circulação das águas em dolomitos e/ou rochas evaporíticas. A predominância dos iões magnésio (Mg^{2+}) e cloreto (Cl^-) pode ser devida à presença de filões/depósitos hidrotermais, à presença de águas marinhas congénitas ou à progressiva salinização do aquífero, favorecida pelo clima e pela rega agrícola em terrenos arenosos.

As amostras de água dos poços analisados apresentaram várias fácies hidroquímicas: cloretada sódica (16 e 16b em Montes; 32 em Fervença; 34 e 34b na Nazaré), cloretada cálcica (12 em Maiorga; e 67 em Fervença), bicarbonatada cálcica (9 em Valado dos Frades; 10, 10b e 12b em Maiorga; 15 no Casal de Areia; 18 e 18b em Montes; 22 em Ferraria; 23 e 32b em Fervença; 28 e 29 em Vestiária; 33, 33b, 33c e 47b na Nazaré; 41, 42, 42b e 43 em Bárrio; 44, 44b, 48 e 48c na Quinta de São Gião; 46 em Famalicão; 79 no Paúl da Cela; e 84 em Nasce Água), bicarbonatada sódica (24b em Fervença; 43b em Bárrio; 74 em Famalicão) e sulfatada cálcica (8 e 8b em Valado dos Frades; e 68 em Fervença). A variação das fácies hidroquímicas deve-se à geologia por onde as águas circularam e à contaminação pelas actividades antrópicas e resíduos largados no interior dos poços.

As amostras de água dos furos analisados apresentaram várias fácies hidroquímicas, sendo as principais: a cloretada sódica (1, 1b, 3, 4, 5, 6 e 7 em Nasce Água; 11 em Maiorga; 26 em Alcobaça; 58 e 60 em Fervença; e 81 em Valado dos Frades), a bicarbonatada cálcica (20 em Montes; 30 em Vestiária; 61 em Bárrio; 26b em Alcobaça; e 85 na Quinta de São Gião), a sulfatada cálcica (13 e 13b no Casal de Areia), a bicarbonatada sódica (31 em Vestiária; e 45b na Quinta de São Gião) e a cloretada cálcica (45 na Quinta de São Gião). Tal como nas outras captações, a fácies hidroquímica está relacionada com a geologia e a contaminação pelas actividades locais.

Os recursos hídricos subterrâneos mostraram uma grande variedade de fácies hidroquímica, sendo as predominantes a bicarbonatada cálcica e a cloretada sódica. De acordo com o diagrama de Piper, podem ser consideradas, no geral, águas mistas.

Elementos menores

O ião nitrato (NO_3^-) foi detectado em todas as amostras de águas subterrâneas analisadas, excepto nas amostras de água das nascentes 35b em Valado dos Frades, 64b em Fervença e 37c em Bárrio, dos poços 16b em Montes, 24b em Fervença e 72 na Quinta de São Gião e do furo 60 em Fervença. As amostras de água doce que apresentaram concentração inferior a 10 mg/l foram: em Nasce Água (nascentes: 2 e 83), no Casal de Areia (nascente 14 e poço 15), em Montes (poços: 16, 18, 19 e 19b), em Ferraria (nascente 21 e 21b e poço 22), em Valado dos Frades (nascente 35), em Bárrio (nascente 37 e 37b), em Fervença (nascentes: 59 e 64 e poços: 23, 24 e 32b), em Maiorga (poço 12 e 12b), na Nazaré (poço 47) e na Quinta de São Gião (poço 48 e 48b). As restantes amostras de água apresentaram concentrações superiores a 10 mg/l, mas inferiores a cerca de 135 mg/l para as nascentes (86 em Valado dos Frades), a cerca de 336 mg/l para os poços (8 em Valado dos Frades) e a cerca de 143 mg/l para os furos (45 na Quinta de São Gião).

O ião nitrito (NO_2^-) apenas foi detectado nas amostras de água dos poços 48c na Quinta de São Gião com cerca de 1,69 mg/l e 74 em Famalicão com cerca de 9,44 mg/l. Sendo a presença do ião nitrito (NO_2^-) pontual, temporária e de reduzidas concentrações nas águas superficiais, com cerca de 1 mg/l, a presença nestas amostras de água subterrâneas, por se encontrarem desprotegidas, sugerem que estão a ser contaminadas por efluentes das indústrias: alimentar, têxtil, metalúrgica, química, borracha, fertilizantes e/ou da pecuária.

O ião fosfato (PO_4^{3-}) apenas foi detectado nas amostras de água da nascente 73 em Famalicão com 0,01 mg/l; do poço 18 e 18b em Montes com, respectivamente, 0,52 mg/l e 0,86 mg/l; dos poços 33, 33b e 47 na Nazaré com, respectivamente, 1,41 mg/l, 2,08 mg/l e 1,18 mg/l; dos poços 44, 48b, 48c e 72 na Quinta de São Gião com, respectivamente, 4,55 mg/l, 2,08 mg/l, 0,02 mg/l e 1,59 mg/l; e do furo 58 em Fervença com 3,42 mg/l. Estas águas revelam estar contaminadas por fertilizantes e/ou detergentes, devido à proximidade de terrenos agrícolas, de suiniculturas e de indústrias.

O ião brometo (Br^-) apenas foi detectado nas amostras de águas da nascente 64 em Fervença com 0,06 mg/l; do poço 8 e 8b em Valado dos Frades com, respectivamente, 0,41 mg/l e 0,12 mg/l; dos poços 33b, 34, 47 e 47b na Nazaré com, respectivamente, 0,23 mg/l, 6,83 mg/l, 0,04 mg/l e 0,39 mg/l; dos poços 44, 48b e 72 na Quinta de São Gião com, respectivamente, 0,22 mg/l, 0,24 mg/l e 0,48 mg/l; e do poço 79

no Paúl da Cella com 0,71 mg/l. A presença do ião brometo nestas águas analisadas deve-se à contaminação por corantes da indústria de cerâmica e de vidro, insecticidas agrícolas, raticidas, agente branqueador e sanitário na purificação de águas, produtos farmacêuticos, tratamento de farinhas, fluidos de extintores e/ou aditivos de gasolina.

O ião fluoreto (F^-) foi detectado em todas as amostras de águas subterrâneas com concentrações entre 0,01 mg/l a cerca de 11,85 mg/l para as nascentes, entre 0,03 mg/l a cerca de 5,37 mg/l para os poços e entre 0,01 mg/l a cerca de 70,04 mg/l para os furos, com excepção das amostras de água das nascentes: em Alcobaça (65), em Ferraria (21b e 21c), em Montes (19b), em Valado dos Frades (35b) e em Bárrio (76); dos poços: em Valado dos Frades (8b), em Maiorga (10b), em Montes (16b e 18b), na Nazaré (33b, 33c, 34b e 47b), na Quinta de São Gião (44b, 48b e 72), em Fervença (24b e 32b), em Bárrio (43b) e em Famalicão (74); e dos furos: em Fervença (58), em Bárrio (61), em Nasce Água (1b), na Quinta de São Gião (45b), em Maiorga (69) e na Nazaré (75). As amostras de água que não revelaram a presença de ião fluoreto (F^-) localizam-se em zonas onde existe contaminação proveniente, principalmente da actividade agrícola. As amostras que apresentaram alta concentração em ião fluoreto (F^-) estão influenciadas pela dissolução dos minerais dos depósitos hidrotermais [por exemplo, o mineral fluorite (CaF_2)], de dolomitos e de calcários, mas também, no caso do furo 13 no Casal de Areia, pelos efluentes das metalúrgicas, de fábricas têxteis, de pasta dentrífica, de plástico, de vidro, de cerâmicas e/ou de fertilizantes.

Elementos vestigiais

As amostras de água subterrâneas que foram submetidas à análise para determinação de elementos vestigiais foram de:

- nascentes: 21 em Ferraria, 27 em Alcobaça, 37 e 76 em Bárrio, 59 e 64b em Fervença, 35b em Valado dos Frades, 19b em Montes, 73 em Famalicão;
- poços: 10 e 12 em Maiorga, 8 em Valado dos Frades, 18 em Montes, 22 em Ferraria, 24 e 32 em Fervença, 34, 33b e 47b na Nazaré, 44, 48 e 48c na Quinta de São Gião, 46 em Famalicão, 29 em Vestiária, 16b em Montes;
- furos: 1 em Nasce Água, 69 em Maiorga, 31 em Vestiária, 58 e 60 em Fervença, 61 em Bárrio, 26b em Alcobaça, 45b na Quinta de São Gião.

Os elementos vestigiais detectados em todas as amostras de água das nascentes analisadas independentemente do método de análise usado, foram: o titânio (Ti), o manganês (Mn), o zinco (Zn), o rubídio (Rb), o ítrio (Y), o cézio (Cs), o bário (Ba), o lantânio (La), o neodímio (Nd) e o samário (Sm). Estes sugerem que são águas influenciadas por filões hidrotermais, rochas carbonatadas e/ou depósitos de águas marinhas (evaporitos). No entanto, algumas amostras de água revelaram valores superiores aos padrões de Reimann e de Caritat (1998). (Consultar o «Capítulo 3 – Metodologia» e «Capítulo 5 – Interpretação dos dados»). Assim, a amostra de água da nascente 21, em Ferraria, revelou valores superiores a uma água de rio padrão (Reimann e Caritat, 1998) nos seguintes elementos: lantânio (La) superior a 0,00009 mg/l, neodímio (Nd) superior a 0,000146 mg/l e samário (Sm) superior a 0,00001 mg/l, o que sugere também estar influenciada por contaminação com águas de escorrência das rodovias, fertilizantes fabricados na China, vidros ópticos, ligas metálicas, cerâmica e/ou ímanes. A amostra de água da nascente

37 em Bárrio, também com concentração em lantânio (La) superior a uma água de rio padrão, revelou estar a ser influenciada por contaminação com águas de escorrência das rodovias. A amostra de água da nascente 73 em Famalicão, com valores de samário (Sm) superiores a uma água de rio padrão, revelou também estar influenciada por vidros ópticos, ligas metálicas, cerâmica e/ou ímanes. A nascente 73 em Famalicão, localiza-se perto de uma rodovia e é usada para lavagem de roupa. As amostras de águas termais das nascentes 59 e 64b em Fervença, mostraram que o elemento químico cério (Ce) foi superior a uma água do mar padrão (superior a 0,0003 mg/l; Reimann e Caritat, 1998) e que o elemento químico bário (Ba) foi superior a uma água de rio padrão (superior a 0,06 mg/l; Reimann e Caritat, 1998), confirmando serem águas de ambiente hidrotermal. As amostras de água das nascentes 27 (Alcobaça) e 76 (Bárrio) apresentaram concentração de bário (Ba) superior a 0,06 mg/l, sugerindo serem águas também de ambiente hidrotermal.

O elemento vestigial detectado em todas as amostras de água dos poços analisados, independentemente do método de análise usado, foi o bário (Ba). No entanto, ao excluir as amostras de água dos poços 33b e 47b da Nazaré e 48c da Quinta de São Gião analisadas pelo método ICP-OES, os elementos vestigiais comuns nas restantes amostras de água foram: o titânio (Ti), o manganês (Mn), o níquel (Ni), o arsénio (As), o rubídio (Rb), o antimónio (Sb), o cério (Ce), o bário (Ba), o lantânio (La), o tálio (Tl), o chumbo (Pb) e o urânio (U). Estes elementos químicos indicam que as amostras de água dos poços analisados resultam de lixiviação de evaporitos, calcários, dolomitos, arenitos, argilas, carvão e/ou depósitos hidrotermais. No entanto, algumas amostras de água mostraram concentrações superiores aos padrões de Reimann e Caritat (1998). (Consultar o «Capítulo 3 – Metodologia» e «Capítulo 5 – Interpretação dos dados»). As amostras de água com manganês (Mn) superior a uma água de rio padrão (0,029 mg/l; Reimann e Caritat, 1998) foram dos poços 8 (em Valado dos Frades), 10 e 12 (em Maiorga), 18 e 16b (em Montes), 24 e 32 (em Fervença), 34 e 47b (na Nazaré), e, 48 e 48c (na Quinta de São Gião). Estas águas revelaram também apresentar a concentração em manganês (Mn) superior a uma água de consumo humano (0,05 mg/l; DL n.º 306/2007 de 27 de Agosto), com excepção das amostras de água dos poços 18 em Montes e 34 na Nazaré. Significa que todas estas amostras de água não só estão influenciadas por filões hidrotermais como também por ligas metálicas, fertilizantes e/ou cerâmica. As amostras de água dos poços em Valado dos Frades (8), em Maiorga (10 e 12), em Montes (18 e 16b), em Fervença (24 e 32), na Nazaré (34), na Quinta de São Gião (48), em Ferraria (22), em Vestiária (29), em Bárrio (44) e em Famalicão (46) apresentaram concentração em níquel (Ni) superior à água do mar padrão (0,0056 mg/l; Reimann e Caritat, 1998), estando apenas a amostra de água 16b do poço em Montes, com concentração superior a uma água de consumo humano (0,02 mg/l; DL n.º 243/2001 de 5 de Setembro). Todas sugerem, além da lixiviação de calcários, dolomitos e/ou carvão, estarem contaminadas por ligas metálicas, corantes e/ou adubos químicos. As amostras de água dos poços em Valado dos Frades (8), em Maiorga (10 e 12), na Nazaré (34 e 33b), em Vestiária (29), em Famalicão (46), em Alcobaça (26b) e na Quinta de São Gião (45b) apresentaram concentração em bário (Ba) superior a uma água de rio padrão (0,06 mg/l; Reimann e Caritat, 1998), e a dos poços 8 (em Valado dos Frades) e 10 (em Maiorga) superior a uma água para consumo humano (0,1 mg/l; DL n.º 236/98 de 1 de Agosto). A presença de bário (Ba) indica que as amostras de água estão sujeitas a um ambiente hidrotermal de baixa temperatura, geralmente associado a fluorite, a galena, a barite, a calcite e a aragonite, e no caso de ultrapassarem os valores padrão, indicam contaminação

por raticidas e por efluentes das indústrias: cerâmica, vidro, tintas, tijolo, borracha, papel, electrónica, lâmpadas fluorescentes, detergentes, pirotecnia, tubos para televisão e/ou automóvel. O elemento tálio (Tl), que se encontra associado ao ião potássio (K^+) dos minerais de argilas, dos solos e dos granitos e em quantidade mínima (traços) aos minerais de sulfetos de cobre, chumbo, zinco e outros, como por exemplo a pirite (FeS_2), foi detectado em concentração superior a uma água de rio padrão (0,00004 mg/l; Reimann e Caritat, 1998) nas amostras de água dos poços em Valado dos Frades (8), em Maiorga (10 e 12), em Montes (18 e 16b), na Nazaré (34) e em Ferraria (22), indicando a presença de veneno para ratos e/ou para formigas e/ou de efluentes da metalúrgica e/ou da vidreira. O elemento arsénio (As), característico de minerais hidrotermais [por exemplo, a arsenopirite ($FeAsS$)], foi detectado em concentrações superiores a uma água para consumo humano (0,01 mg/l; WHO, 2011) nas amostras de água dos poços em Montes (18) e na Quinta de São Gião (44 e 48), indicando estarem sujeitas, também, a contaminação por insecticidas, herbicidas, venenos, conservante de madeiras e couro, ligas metálicas, vidro, pirotecnia e/ou medicamentos. O elemento químico lantânio (La) foi detectado com concentração superior a uma água de rio padrão (0,00009 mg/l; Reimann e Caritat, 1998) nas amostras de água dos poços em Valado dos Frades (8) e em Montes (16b), indicando não só a influência da lixiviação de minerais calcite ($CaCO_3$), dolomite [$CaMg(CO_3)_2$] e/ou siderite ($FeCO_3$), mas também de águas de escorrência das rodovias. Os elementos rubídio (Rb) e cério (Cs), típicos de minerais de argila, da água do mar, das nascentes de águas termais, dos evaporitos e de areias, foram detectados em concentração superior a água do mar padrão, respectivamente, 0,12 mg/l e 0,0003 mg/l (Reimann e Caritat, 1998), na amostra de água do poço 16b em Montes, sugerindo a contaminação por efluentes industriais: vidro, electrónica, farmacêutica, pesticidas, química orgânica, células fotoelétricas, lâmpada infravermelha e/ou baterias. O elemento químico antimónio (Sb), característico de depósitos hidrotermais e de calcários, foi detectado em concentração superior a uma água do mar padrão (0,00024 mg/l; Reimann e Caritat, 1998) nas amostras de água dos poços em Montes (18) e na Quinta de São Gião (44 e 48) sugerindo a existência de contaminação por bactericidas, metalúrgica (ligas), cerâmica, vidro, tintas, têxteis, borracha, semicondutores, indústria farmacêutica e/ou lamas da ETAR. O elemento químico urânio (U), existente em arenitos, foi detectado em concentração superior a uma água do mar padrão (0,0032 mg/l; Reimann e Caritat, 1998) na amostra de água do poço 34 na Nazaré, indicando a presença de fertilizantes e/ou de efluentes da vidreira.

No geral, a maioria das amostras de águas dos poços analisados revelaram estar contaminados pelas actividades agro-pecuárias (fertilizantes, raticidas, insecticidas e medicamentos) e industriais (vidro, cerâmica, metalúrgica, borracha, têxtil, detergentes) e/ou lamas da ETAR.

Os elementos vestigiais detectados em todas as amostras de água dos furos analisados, independentemente do método de análise usado, foram: o titânio (Ti), o manganês (Mn), o cobre (Cu), o zinco (Zn), o arsénio (As), o rubídio (Rb), o ítrio (Y), o cério (Cs), o bário (Ba) e o urânio (U). Estes elementos químicos indicam que as amostras de água dos poços analisados resultam da lixiviação de evaporitos, de calcários, de dolomitos, de arenitos, de argilas, de carvão e/ou de depósitos/veios hidrotermais. No entanto, algumas amostras de água mostraram concentrações superiores aos padrões de Reimann e Caritat (1998). (Consultar o «Capítulo 3 – Metodologia» e «Capítulo 5 – Interpretação dos dados»). As amostras de água com manganês (Mn) superior a uma água de rio padrão (0,029 mg/l; Reimann e Caritat, 1998) foram dos furos 58 em Fervença, 69 em Maiorga e 61 em Bárrio. As amostras de água dos

furos em Fervença (58) e em Maiorga (69) revelaram-se superiores a uma água para consumo humano (0,05 mg/l; DL n.º 306/2007 de 27 de Agosto), denunciando contaminação por fertilizantes, tintas, ligas metálicas e/ou cerâmica. As amostras de água dos furos em Nasce Água (1), em Vestiária (31), em Fervença (58, 60 e 26b), em Bárrio (61) e em Maiorga (69) apresentaram concentração em níquel (Ni) superior à água do mar padrão (0,0056 mg/l; Reimann e Caritat, 1998), sugerindo a presença de contaminação por ligas metálicas, corantes e/ou adubos químicos. As amostras de água dos furos em Vestiária (31), em Fervença (60) e em Bárrio (61) apresentaram concentração do elemento cobre (Cu) superior a uma água de rio padrão (0,003 mg/l; Reimann e Caritat, 1998). Estas amostras, além de estarem influenciadas pela lixiviação de rochas sedimentares e/ou de veios hidrotermais, estão influenciadas por fertilizantes, fungicidas, insecticidas, raticidas, aditivos para o solo, esmaltes, vidros e/ou cerâmica. O elemento químico cério (Ce) apresentou-se na amostra de água do furo 60 em Fervença, com concentração superior a uma água do mar padrão (0,003 mg/l; Reimann e Caritat, 1998), indicando que esta amostra de água se encontra contaminada por pesticidas, química orgânica, células fotoelétricas, lâmpada infravermelha e/ou baterias. As amostras de água dos furos em Vestiária (31), em Fervença (58 e 60), em Bárrio (61) e em Maiorga (69) apresentaram concentração em bário (Ba) superior a uma água de rio padrão (0,06 mg/l; Reimann e Caritat, 1998). As amostras de água em Vestiária (31), em Fervença (58), em Bárrio (61) e em Maiorga (69) apresentaram concentração em bário (Ba) superior a uma água para consumo humano (0,1 mg/l; DL n.º 236/98 de 1 de Agosto), sugerindo a presença de contaminação por veneno para ratos, cerâmica, vidro, tintas, tijolo, borracha, papel, electrónica, lâmpadas fluorescentes, detergentes, pirotecnia, tubos para televisão e/ou automóvel. O elemento tálio (Tl) foi detectado em concentração superior a uma água de rio padrão (0,00004 mg/l; Reimann e Caritat, 1998) nas amostras de água dos furos em Fervença (60), em Alcobaça (26b) e em Maiorga (69), indicando a presença de veneno para ratos e/ou para formigas e/ou de efluentes da metalúrgica e/ou da vidreira. O elemento químico urânio (U) foi detectado em concentração superior a uma água do mar padrão (0,0032 mg/l; Reimann e Caritat, 1998) nas amostras de água dos furos em Fervença (31), em Bárrio (61) e em Alcobaça (26b), indicando a presença de fertilizantes e/ou de efluentes da vidreira.

No geral, a maioria das amostras de águas dos furos analisados revelaram-se contaminados pelas actividades agro-pecuárias (fertilizantes, raticidas, insecticidas e/ou medicamentos) e industriais (vidro, cerâmica, metalúrgica, borracha, têxtil e/ou detergentes).

As amostras de água subterrânea analisadas apresentaram: titânio (Ti), manganês (Mn), níquel (Ni), zinco (Zn), arsénio (As), rubídio (Rb), ítrio (Y), cério (Ce), bário (Ba), lantânio (La), neodímio (Nd), samário (Sm), tálio (Tl), chumbo (Pb) e urânio (U). No entanto, analisando os resultados obtidos das diferentes captações, as amostras de águas das nascentes, dos poços e dos furos analisados apresentaram em comum os seguintes elementos químicos: o titânio (Ti), o manganês (Mn), o bário (Ba), o rubídio (Rb) e o cério (Ce), característicos de minerais de calcite, de dolomite e de argila, de rochas sedimentares (calcários, areias), de filões hidrotermais e de evaporitos. Quando superiores aos padrões de Reimann e Caritat (1998) indicaram contaminação por pesticidas, cerâmica, vidro, borracha, ligas metálicas, tintas, electrónica, pirotecnia, baterias, tubos para televisão e/ou automóvel.

As diferenças entre os tipos de captações foram:

- as amostras de água das nascentes ainda revelaram a presença de zinco (Zn), de ítrio (Y), de lantânio (La), de neodímio (Nd) e de samário (Sm);
- as amostras de água dos poços analisados ainda revelaram a presença de níquel (Ni), de arsénio (As), antimónio (Sb), de tálio (Tl), de chumbo (Pb) e de urânio (U);
- as amostras de água dos furos analisados ainda revelaram a presença de cobre (Cu), de zinco (Zn), de arsénio (As), de ítrio (Y) e de urânio (U).

Verifica-se ainda que os elementos químicos zinco (Zn) e ítrio (Y) são comuns nas nascentes e nos furos, indicando que as águas estão a ser influenciadas por lixiviação de rochas carbonatadas, por estes elementos não se encontrarem com valores superiores aos padrões de Reimann e Caritat (1998). Por sua vez, as amostras de água dos poços e dos furos mostram em comum o arsénio (As) e o urânio (U). Estes elementos químicos sugerem circulação das águas por calcários, dolomitos, carvões, depósitos/veios hidrotermais, argilas e/ou arenitos, e caso se encontrem com valores superiores aos padrões de Reimann e Caritat (1998), sugerem contaminação pelas actividades agro-pecuárias (fertilizantes, insecticidas, herbicidas, raticidas e/ou medicamentos) e industriais (vidro, metalúrgica, pirotecnia e/ou conservante de madeira e de couro).

Índices hidrogeoquímicos

Os índices hidrogeoquímicos permitiram interpretar os recursos hídricos subterrâneos como sendo águas continentais, doces, com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina (todas, excepto as amostras de água dos poços 28 em Vestiária, 43b em Bárrio e 74 em Famalicão, e do furo 31 em Vestiária) e/ou do mineral halite (amostras de água das nascentes: 65 em Alcobaça, 73 em Famalicão, 77 no Casal de Areia e 37c em Bárrio; dos poços: 43 e 42b em Bárrio, 48c e 72 na Quinta de São Gião e 32b em Fervença; dos furos: 5 e 6 em Nasce Água, 75 na Nazaré e 78 no Casal de Areia), existindo amostras de água que revelaram influência de evaporitos (nascentes: 2 e 83 em Nasce Água, 59 e 64 em Fervença; poços: 24b e 32b em Fervença, 74 em Famalicão; furos: 1, 3, 7 e 82 em Nasce Água, 45, 45b e 85 na Quinta de São Gião, 60 em Fervença, 61 em Bárrio, 69 em Maiorga e 81 em Valado dos Frades), uma que revelou ser uma água saturada em sulfato de cálcio em contacto com a halite (amostra de água do poço 72 da Quinta de São Gião), e três que se apresentaram sujeitas a contaminação antrópica (amostras de água dos poços 67 e 68 em Fervença e do furo 13 no Casal de Areia). As amostras de águas não revelaram a existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+), com excepção das amostras de água da nascente 2 em Nasce Água, dos poços 28 em Vestiária, 32 e 32b em Fervença, 43 e 43b em Bárrio e 74 em Famalicão, e do furo 31 em Vestiária. No entanto, o índice de troca de bases (I.T.B.) revelou que apenas as amostras de água das nascentes 19 em Montes, 21 em Ferraria, 35 em Valado dos Frades, 59 e 64 em Fervença, 37b e 37c em Bárrio, 73 em Famalicão, dos poços 10, 10b e 12 em Maiorga, 15 no Casal de Areia, 8 e 9 em Valado dos Frades, 16 e 18 em Montes, 22 em Ferraria, 24 e 32 em Fervença, 29 em Vestiária, 33, 34, 34b e 47 na Nazaré, 42 e 43 em Bárrio, 44 e 48 na Quinta de São Gião, dos furos 1, 1b e 82 em Nasce Água, 11 em Maiorga, 13 no Casal de Areia, 26 em Alcobaça, 45 na Quinta de São Gião, 60 em Fervença e 61 em Bárrio não estão sujeitas a trocas entre os iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) e ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$). As restantes amostras revelaram estarem sujeitas aos fenómenos de fixação [amostras de água das nascentes: Nasce Água (2 e 83), Casal de Areia

(14 e 77), Bárrio (37 e 76) e Alcobaça (65); dos poços: Fervença (23, 67 e 70), Vestiária (28) e Quinta de São Gião (72); dos furos: Nasce Água (3, 4, 5, 6 e 7), Montes (20), Vestiária (30 e 31), Maiorga (69) e Casal de Areia (78)] ou de libertação [amostras de água das nascentes: Montes (17 e 19b), Alcobaça (27), Ferraria (21b e 21c), Valado dos Frades (35b e 86) e Fervença (64b); dos poços: Bárrio (41, 42b e 43b), Famalicão (46 e 74), Nazaré (33b, 33c e 47b), Quinta de São Gião (44b, 48b e 48c), Valado dos Frades (8b), Maiorga (12b), Montes (18b e 16b), Fervença (24b, 32b e 68), Paúl da Cela (79), Nasce Água (84); dos furos: Fervença (58), Alcobaça (26b), Quinta de São Gião (45b e 85), Nazaré (75), Casal de Areia (13b), Valado dos Frades (81)] dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas em troca dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$).

Índices de saturação

A determinação dos índices de saturação revelou sobressaturação nos minerais carbonatados [calcite CaCO_3 , aragonite CaCO_3 e dolomite $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$] nas amostras de água das nascentes em Alcobaça (27), em Bárrio (76) e em Valado dos Frades (86), dos poços na Nazaré (33, 33b, 33c e 34b), em Bárrio (42b e 43), em Montes (18b), em Fervença (32b e 70), na Quinta de São Gião (44 e 72), no Paúl da Cela (79) e em Nasce Água (84) e do furo em Valado dos Frades (85). Estas águas circularam por rochas carbonatadas e evaporitos magnésicos, colocando os iões cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) na solução aquosa neutra e/ou fracamente básica. A sobressaturação nos minerais carbonatados levará à precipitação destes. As amostras de água das nascentes em Alcobaça (65) e em Bárrio (37b), dos poços em Fervença (23) e em Bárrio (41) e dos furos em Bárrio (61) e em Valado dos Frades (81) revelaram estar em equilíbrio com a fase mineral sólida calcite (CaCO_3) e dolomite [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$]. Ainda dentro dos minerais carbonatados verificaram-se amostras de água que se apresentaram sobressaturadas nas fases minerais sólidas calcite (CaCO_3) e dolomite [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$] e em equilíbrio na fase mineral sólida aragonite (CaCO_3) [nascentes em Fervença (59 e 64) e em Bárrio (37c); poços no Casal de Areia (15), em Fervença (24 e 24b), na Nazaré (34, 47 e 47b), em Bárrio (42) e na Quinta de São Gião (44b); furos na Quinta de São Gião (45) e em Fervença (58 e 60)]. Apenas as amostras de água dos poços em Maiorga (10b), em Vestiária (28) e na Quinta de São Gião (48c) mostraram estar em equilíbrio com a fase sólida mineral calcite (CaCO_3). Verifica-se que as amostras de água analisadas circularam por rochas carbonatadas e evaporíticas ocorrendo ganhos e perdas de iões cálcio (Ca^{2+}), de magnésio (Mg^{2+}) e de carbonato (CO_3^{2-}), equilibrando-se, por vezes, com a rocha circundante. É necessário uma amostragem periódica.

As amostras de água que revelaram sobressaturação no mineral fluorite (CaF_2) foram as nascentes em Famalicão (73), em Bárrio (37c) e em Valado dos Frades (86), o poço em Fervença (70) e o furo no Casal de Areia (13 e 13b). Estas águas, além de terem circulado por rochas carbonatadas (sobressaturação nos minerais carbonatados), também passaram por veios preenchidos por minerais de fluorite, gesso, apatite, e /ou por níveis de argilas, com exceção do furo no Casal de Areia (13 e 13b) que revelou pH ácido (entre 4,28 e 4,56), ocorrendo apenas alta concentração em ião sulfato (SO_4^{2-}) na primeira amostragem (13) de cerca de 328 mg/l. A presença do ião sulfato nestas amostras de água do furo do Casal de Areia (13 e 13b) deve-se à descarga de efluentes industriais que utilizam sulfatos ou ácidos sulfúricos, (por exemplo, curtumes, papel, têxtil, pólvora, farmacêutica, cerâmica, vidro e fungicidas). No geral, a alta concentração em ião fluoreto (F^-) entre cerca de 3,25 mg/l e cerca de 70,04 mg/l nas amostras referenciadas

deve-se aos efluentes industriais de vidro, da cerâmica, da metalúrgica, dos têxteis, dos plásticos e/ou dos fertilizantes. A amostra de água da nascente em Fervença (64b) revelou estar em equilíbrio com o mineral fluorite (CaF_2). É necessário uma amostragem periódica.

Em relação à fase mineral sólida hidroxiapatite [$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$], apenas quatro amostras se revelaram subsaturadas [nascente em Famalicão (73), poços em Montes (18) e na Quinta de São Gião (48b e 48c)], seis sobressaturadas [poços em Montes (18b), na Quinta de São Gião (44 e 72) e na Nazaré (33, 33b e 47)] e uma em equilíbrio (furo em Fervença 58). A presença da fase mineral sólida hidroxiapatite [$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$] deve-se a estas amostras de água apresentarem concentração em ião fosfato (PO_4^{3-}) entre cerca de 0,01 mg/l (nascente 73 em Famalicão) e cerca de 3,42 mg/l (furo 58 em Fervença). São amostras de água influenciadas por águas de escorrência de terras agrícolas fertilizadas e/ou por falhas de tratamento de águas residuais (fossas sépticas, escoamento de áreas de armazenamento de dejectos animais, tratamento de água e/ou preparações de limpeza comercial) e/ou outros produtos industriais, tais como os suplementos de alimentação animal, os conservantes alimentares, os pesticidas, os insecticidas, as cerâmicas e/ou os detergentes. As amostras de água, na sua maioria, foram colhidas em zonas de intensa exploração agrícola com habitações próximas e com matilhas.

Gráficos

A construção de vários gráficos (consultar o «Capítulo 3 – Metodologia» e «Capítulo 5 – Interpretação dos dados») permitiu chegar às seguintes interpretações: todas as amostras de água das nascentes analisadas são águas doces, influenciadas pela geologia, por exemplo: pela lixiviação de evaporitos (59, 64 e 64b em Fervença e 37, 37b e 37c em Bárrio) e de calcários (27 e 65 em Alcobaça). Algumas apresentam estar influenciadas também pelas actividades agrícolas (fertilizantes e/ou adubos químicos) [em Nasce Água (2), no Casal de Areia (14 e 77), em Montes (17, 19 e 19b), em Ferraria (21, 21b e 21c), em Alcobaça (27), em Fervença (64b), em Famalicão (73), em Nasce Água (83), em Valado dos Frades (86)], pecuárias [em Alcobaça (65)] e industriais [no Casal de Areia (14 e 77)], e pelas águas de escorrência das rodovias [em Bárrio (37b e 37c)]. As amostras de água 14 e 77 do Casal de Areia, revelaram estar contaminadas pela indústria do vidro, da cerâmica, da metalúrgica, de curtimentos, de baterias e/ou de tintas. As amostras de água 2 e 83 em Nasce Água revelaram estar contaminadas por borracha, aditivos de gasolina e/ou detergentes. A nascente 83, localizada a norte da nascente 2 (esta dentro do espaço vedado das captações da Câmara Municipal de Nazaré para abastecimento público), é um local arenoso onde a população local lava a roupa, rodeado por campos cultivados e por várias rodovias, daí a presença destes contaminantes. A amostra 64 em Fervença revelou a presença de insecticidas. Contaminação por nitratos, de acordo com a interpretação do gráfico do ião nitrato (NO_3^-) em função do ião cloreto (Cl^-), foi detectada nas amostras de água em Ferraria (21, 21b e 21c), em Fervença (64b), em Montes (17 e 19b), em Famalicão (73), em Bárrio (76), em Alcobaça (27), no Casal de Areia (77) e em Valado dos Frades (86).

As amostras de água dos poços analisados são águas doces influenciadas pela geologia, por exemplo: pela lixiviação de evaporitos (23, 24, 24b, 32, 70 e 67 em Fervença, 37b em Bárrio, 18b em Montes) e de calcários (42b e 43 em Bárrio) e pela dissolução da halite da rocha evaporítica e/ou da plagioclase das areias arcóicas (33, 33b, 33c, 47 e 47b na Nazaré; 44, 44b, 48, 48b e 48c na Quinta de São

Gião). Também apresentam influência das actividades antrópicas, com excepção das amostras de água 16 em Montes, 28 e 29 em Vestiária, 42 em Bárrio e 32b em Fervença.

As amostras de água dos poços analisados que revelaram a presença de efluentes da indústria vidreira e de cerâmica pertencem a Maiorga (10, 10b, 12 e 12b), ao Casal de Areia (15), a Nazaré (33, 33b, 33c, 34, 34b e 47b), à Quinta de São Gião (44, 48c e 72), a Fervença (67, 68 e 70) e ao Paúl da Cela (79). As mesmas amostras revelaram a presença de efluentes da metalúrgica e da indústria alimentar, com a excepção das amostras de água 67 e 68 de Fervença e 79 do Paúl da Cela. As amostras de água referidas para a indústria do vidro e da cerâmica foram também influenciadas pelos curtimentos, com excepção das amostras na Quinta de São Gião (72), em Fervença (67 e 68) e no Paúl da Cela (79). As amostras 23, 24 e 24b de Fervença e a 18b em Montes revelaram a presença de efluentes da indústria da cerâmica e a amostra de água 74 em Famalicão revelou a presença de efluentes de indústria alimentar. As amostras de água em Fervença (67 e 68) apresentaram-se, também, contaminadas pelas águas de escorrência das rodovias.

A contaminação pela actividade agro-pecuária foi detectada pela presença de fertilizantes, pesticidas, insecticidas, fungicidas, nitratos e dejectos fecais e/ou suplementos de alimentação animal. As amostras de água que revelaram contaminação por fertilizantes ocorreram em Maiorga (10 e 10b), em Valado dos Frades (8, 8b e 9), em Montes (18 e 18b), em Ferraria (22), na Nazaré (33, 33b, 33c, 34, 34b e 47), em Bárrio (42b e 43), na Quinta de São Gião (44, 44b, 48, 48b, 48c e 72), em Famalicão (46), em Alcobaça (26b), em Fervença (70, 67 e 68), no Paúl da Cela (79) e em Nasce Água (84). As amostras de água que apresentaram contaminação por pesticidas encontraram-se na Nazaré (33, 33b, 34, 34b e 47), na Quinta de São Gião (44, 48 e 48c) e em Fervença (67). As amostras de água contaminadas por insecticidas localizaram-se em Valado dos Frades (8 e 8b), na Nazaré (33b, 34, 47 e 47b), na Quinta de São Gião (44, 48b e 72) e no Paul da Cela (79). Os fungicidas foram detectados nas amostras de água em Valado dos Frades (8 e 8b), na Nazaré (33b, 47 e 47b) e na Quinta de São Gião (44, 48b e 72). Por intermédio do gráfico do ião nitrato (NO_3^-) em função do ião cloreto (Cl^-), as amostras que revelaram poluição por nitratos foram em Valado dos Frades (8, 8b e 9), em Montes (18 e 18b), em Ferraria (22), em Vestiária (28 e 29), na Nazaré (33, 33b e 33c), em Bárrio (41, 42, 42b, 43 e 43b), na Quinta de São Gião (44 e 44b), em Famalicão (46), em Fervença (67 e 68) e no Paúl da Cela (79). As amostras de água na Nazaré (33, 33b e 47) e na Quinta de São Gião (48 e 48c) revelaram a presença de dejectos fecais e/ou suplementos de alimentação animal.

Verifica-se que as amostras de água dos poços analisados na Nazaré e na Quinta de São Gião são os que apresentaram, em simultâneo, contaminação industrial e agro-pecuária. Outras zonas, como Paúl da Cela e Fervença, mostraram estar contaminadas pelas actividades industriais e agrícolas. A proximidade dos poços às rodovias facilita a sua contaminação pelas águas de escorrência.

As amostras de água dos furos analisados revelaram ser águas doces influenciadas pela geologia, por exemplo, lixiviação de evaporitos em Fervença (58 e 60), de calcários em Bárrio (61) e em Alcobaça (26b), dissolução da halite da rocha evaporítica e/ou da plagioclase das areias arcóicas na Quinta de São Gião (45, 45b e 85). Algumas amostras de água apresentaram contaminação antrópica. As amostras de água que apresentaram contaminação por detergentes, borracha e aditivos de gasolina localizaram-se em Nasce Água (1, 1b, 3, 4, 5, 6, 7 e 82). As amostras de água no Casal de Areia (13 e 13b) apresentaram contaminação por borracha e detergentes e o furo em Fervença 58, apenas detergentes. Relativamente às

indústrias: vidreira, cerâmica, metalúrgica e curtimentos, os seus contaminantes foram detectados nas amostras de água no Casal de Areia (13, 13b e 78), na Quinta de São Gião (45 e 85) e em Maiorga (69), com excepção do furo (58) em Fervença que só indicou a presença de contaminantes de vidro e de cerâmica. O furo 58 em Fervença, ainda revelou a presença de contaminantes provenientes das águas de escorrência das rodovias e de outros efluentes industriais. Pela indústria alimentar, apenas as amostras de água na Quinta de São Gião (45 e 85) e em Maiorga (69), devido à presença de criação de animais. Em relação à contaminação agrícola, detectou-se contaminação por fertilizantes nas amostras de água em Alcobaça (26b), no Casal de Areia (13 e 13b), em Maiorga (69), em Montes (20), em Fervença (58) e em Bárrio (61). A presença de insecticidas nas amostras de água em Nasce Água (7), em Alcobaça (26), na Quinta de São Gião (45 e 85) e em Fervença (58), e de fungicidas nas amostras de água em Alcobaça (26), em Fervença (58) e na Quinta de São Gião (45 e 85). De acordo com a interpretação do gráfico do ião nitrato (NO_3^-) em função do ião cloreto (Cl^-), as amostras de água que revelaram poluição por nitrato localizaram-se no Casal de Areia (13 e 13b), em Montes (20), em Vestiária (31), na Quinta de São Gião (45, 45b e 85), em Bárrio (61), em Maiorga (69) e em Valado dos Frades (75).

No geral, as amostras de água dos furos analisados na Quinta de São Gião e em Fervença são os que apresentaram, em simultâneo, contaminação industrial e agro-pecuária. No Casal de Areia, as amostras de água analisadas revelaram a predominância de contaminantes industriais. A proximidade dos furos às rodovias facilita a sua contaminação pelas águas de escorrência.

As amostras de água subterrâneas analisadas, de acordo com a interpretação dos gráficos realizados, revelaram que em Fervença e em Bárrio as amostras estiveram sujeitas a lixiviação de evaporitos, em Alcobaça e em Bárrio à lixiviação de calcários afastadas do plano de falha, e na Nazaré e na Quinta de São Gião à dissolução da halite da rocha evaporítica e/ou da plagioclase das areias arcósicas. As amostras de água contaminadas pelas indústrias vidreira, cerâmica, metalúrgica e curtimento incidem no Casal de Areia, no entanto, algumas amostras de água também revelaram a presença destes contaminantes na Nazaré, na Quinta de São Gião, no Paúl da Cela, em Fervença e em Maiorga. As amostras de água subterrâneas que apresentaram contaminantes da agro-pecuária localizaram-se nas zonas onde se praticam estas actividades, nomeadamente, na Nazaré, na Quinta de São Gião, em Valado dos Frades, em Maiorga, em Fervença e em Montes.

Qualidade da água

Analisando a qualidade das amostras de água das nascentes, de acordo com os valores recomendáveis para uma água de consumo humano, verifica-se que algumas são afectadas pelo pH em Nasce Água (2), em Montes (17, 19 e 19b), em Valado dos Frades (35 e 35b), no Casal de Areia (77) e em Ferraria (21c); pelo ião sódio (Na^+), pelo ião cloreto (Cl^-) e pela condutividade eléctrica em Bárrio (37 e 37b) e em Fervença (59, 64 e 64b); pelo ião cálcio (Ca^{2+}) em Fervença (59 e 64) e em Bárrio (37b); pelo ião magnésio (Mg^{2+}) em Fervença (59 e 64), em Bárrio (37b), em Alcobaça (65), em Famalicão (73); pelo ião sulfato (SO_4^{2-}) em Fervença (59, 64 e 64b). Os parâmetros indicadores de poluição nestas amostras de água foram: o ião nitrato (NO_3^-) em Alcobaça (27) e em Valado dos Frades (86); o ião nitrito (NO_2^-) em Famalicão (73); o ião potássio (K^+) em Montes (17), em Alcobaça (27), em Fervença (64b) e em Valado

dos Frades (86); o ião fluoreto (F^-) em Fervença (64b) e em Famalicão (73); o selénio (Se) em Fervença (59 e 64b), em Bárrio (37) e em Alcobaça (27); e o bário (Ba) em Alcobaça (27).

Analisando a qualidade das amostras de água dos poços, de acordo com os valores recomendáveis para uma água de consumo humano, verifica-se que alguns são afectados pelo pH em Valado dos Frades (8), em Montes (16 e 16b) e em Fervença (67); pelo ião sódio (Na^+) em Valado dos Frades (8), na Nazaré (34 e 34b), no Paúl da Cela (79) e em Fervença (70); pelo ião cloreto (Cl^-) em Fervença (24 e 24b), na Nazaré (34 e 34b) e na Quinta de São Gião (72); pela condutividade eléctrica em Fervença (24b) e na Nazaré (34 e 34b); pelo ião cálcio (Ca^{2+}) em Bárrio (43 e 42b), na Quinta de São Gião (44, 48c e 72), na Nazaré (33b, 34b e 47b), em Valado dos Frades (8b), em Montes (18b), em Fervença (24b, 67 e 68) e no Paúl da Cela (79); e pelo ião magnésio (Mg^{2+}) em Bárrio (42b e 43), na Nazaré (47, 47b, 33b e 34b), em Valado dos Frades (8b), em Montes (18b), em Fervença (24b, 67 e 70), na Quinta de São Gião (44, 48c e 72) e no Paúl da Cela (79). Os parâmetros indicadores de poluição nestas amostras de água foram: o ião nitrato (NO_3^-) em Valado dos Frades (8, 8b e 9), na Nazaré (33b), em Montes (18b), na Quinta de São Gião (44b), em Fervença (67 e 68) e no Paúl da Cela (79); o ião nitrito (NO_2^-) em Famalicão (74) e na Quinta de São Gião (48c); o ião potássio (K^+) em Maiorga (10), em Valado dos Frades (8 e 8b), na Nazaré (33, 33b, 34 e 34b), na Quinta de São Gião (44, 44b, 48, 48b, 48c e 72), em Famalicão (46), em Montes (18b), em Fervença (67 e 68) e no Paúl da Cela (79); o ião fluoreto (F^-) em Fervença (67 e 70); ião brometo (Br^-) na Nazaré (34 e 33b) e na Quinta de São Gião (47b, 48b e 72); selénio (Se) em Maiorga (10), em Valado dos Frades (8), em Fervença (24 e 32), na Nazaré (34), na Quinta de São Gião (44 e 48) e em Montes (16b); bário (Ba) em Maiorga (10) e em Valado dos Frades (8); lítio (Li) em Maiorga (10) e em Montes (16b); manganês (Mn) em Maiorga (10 e 12), em Valado dos Frades (8), em Fervença (24 e 32), na Quinta de São Gião (48 e 48c), na Nazaré (47b) e em Montes (16b); ferro (Fe) em Maiorga (12), na Nazaré (47b) e na Quinta de São Gião (48); níquel (Ni) e alumínio (Al) em Montes (16b); arsénio (As) em Montes (18) e na Quinta de São Gião (44 e 48); e fósforo (P) na Nazaré (33b) e na Quinta de São Gião (47b e 48c).

Analisando a qualidade das amostras de água dos furos, de acordo com os valores recomendáveis para uma água de consumo humano, verifica-se que alguns são afectados pelo pH em Nasce Água (1, 1b, 3, 4, 5, 6 e 7), no Casal de Areia (13 e 13b), em Montes (20) e em Maiorga (69); pelo ião sódio (Na^+), pelo ião cloreto (Cl^-) e pela condutividade eléctrica em Fervença (58 e 60); pelo ião cálcio (Ca^{2+}) em Bárrio (61), na Quinta de São Gião (45 e 85) e em Fervença (58 e 60); pelo ião magnésio (Mg^{2+}) em Bárrio (61), em Fervença (58 e 60), na Quinta de São Gião (45 e 85) e em Alcobaça (26b); e pelo ião sulfato (SO_4^{2-}) no Casal de Areia (13) e em Fervença (60). Os parâmetros indicadores de poluição nestas amostras de água foram: o ião nitrato (NO_3^-) na Quinta de São Gião (45 e 85) e o ião potássio (K^+) em Fervença (58), no Casal de Areia (13 e 13b) e em Maiorga (69); o ião fluoreto (F^-) em Fervença (60) e no Casal de Areia (13 e 13b); o ião brometo (Br^-) na Quinta de São Gião (45 e 85), em Fervença (58) e em Alcobaça (26); o selénio (Se) em Fervença (58 e 60); o bário (Ba) em Maiorga (69), em Bárrio (61), em Vestiária (31) e em Fervença (58); o manganês (Mn) em Fervença (58) e em Maiorga (69); o ferro (Fe) em Fervença (58); e o berílio (Be) na Quinta de São Gião (45b).

Verifica-se que as amostras de águas subterrâneas analisadas de pior qualidade localizam-se, principalmente, na Nazaré, na Quinta de São Gião, em Famalicão, no Paúl da Cela, em Maiorga e em Fervença, não só devido às características geológicas, às actividades industriais e agro-pecuárias, mas

também à presença de rodovias e à introdução de resíduos sólidos urbanos no interior dos poços e junto a nascentes.

A classificação da água para rega revelou que a maioria das águas subterrâneas analisadas pertencem à classe C3S1 com 43 amostras de água e C2S1 com 25 amostras de água, apresentando apenas 13 na classe C1S1 (amostras de água: 1, 3, 4, 5, 6 e 7 furos de Nasce Água, 2, 19, 21 e 77 nascentes de Nasce Água, de Montes, de Ferraria e do Casal de Areia, 11, 16 e 83 poços de Maiorga, de Montes e de Nasce Água), quatro na classe C4S4 (amostras de água: 60 furo, 59, 64 e 64b nascente de Fervença – Termas da Piedade e Fonte da Pupa), três na classe C4S3 (amostras de água 37, 37b e 37c nascente de Bárrio), três na classe C4S2 (amostras de água 34 e 34b poço de Nazaré e 58 furo de Fervença) e duas na classe C4S1 (amostras de água 48 e 24b, poços da Quinta de São Gião e de Fervença). A maioria são águas que apresentam baixo perigo de alcalinização e médio a alto perigo de salinização, não devendo, por isso, serem usadas nas culturas mais sensíveis à salinidade moderada, como por exemplo, alface, couve-flor e repolho. As águas na zona de Fervença, junto às Termas da Piedade, a da nascente em Bárrio, a do poço da Quinta de São Gião e a do furo em Fervença são águas com baixo a muito alto perigo de alcalinização e muito alto perigo de salinidade, não devendo ser utilizadas para rega.

Isótopos

Os resultados isotópicos de $\delta^2\text{H}$ (‰) e de $\delta^{18}\text{O}$ (‰) das amostras de água das nascentes analisadas [Alcobaça (27), Bárrio (37 e 76), Fervença (59 e 64b), Valado dos Frades (35b), Montes (19b), Ferraria (21c), Famalicão (73)] permitiram concluir serem águas doces, com excepção das amostras de água termais em Fervença (59, 64b). As águas doces em Alcobaça (27), em Valado dos Frades (35b), em Montes (19b), em Famalicão (73) e em Bárrio (76) são provenientes de um regime climático diferente do actual ou de alterações durante a infiltração até ao aquífero. A água doce em Ferraria (21c) revelou ser a água da chuva analisada nesta presente dissertação, e a água termal em Fervença (59) uma água proveniente da água da chuva, cuja composição físico-química é semelhante em vários pontos do planeta em épocas passadas, denominada água universal. Os mesmos resultados isotópicos permitiram desvendar para algumas amostras de água a que tipo de fenómenos estão sujeitas. Assim, as amostras de água em Bárrio (37) e em Fervença (59 e 64b) estão sujeitas ao fenómeno de dissolução de rochas evaporíticas. Estas amostras localizam-se próximo do plano de falha entre as aluviões do Quaternário e as «Margas e Calcários de Dagorda» do Jurássico inferior. As amostras de água em Valado dos Frades (35b), em Montes (19b) e em Ferraria (21c) revelaram estar, provavelmente, a iniciar o processo de intrusão salina. No entanto, estas amostras situam-se a cerca de 2850 m e a mais de 9050 m do mar, localizam-se entre areias e alternância de areias com bancadas finas de calcário gresoso, são águas ácidas a fracamente ácidas, apresentam valores de salinidade entre cerca de 5‰ e de 10‰, e são consideradas, pela interpretação dos índices hidrogeoquímicos, águas continentais com possível influência de terrenos dolomíticos ou com serpentina, devendo, por isso, ser consideradas sujeitas à dissolução de calcários, dolomitos e/ou evaporitos, em vez de uma intrusão salina.

Os resultados isotópicos de $\delta^2\text{H}$ (‰) e de $\delta^{18}\text{O}$ (‰) das amostras de água dos poços analisados [Maiorga (10 e 12), Valado dos Frades (8), Montes (16b e 18), Ferraria (22), Fervença (23, 24, 24b, 32, 67, 68 e 70), Nazaré (33, 33c, 34 e 47b), Quinta de São Gião (44, 44b, 48b, 48c e 72), Famalicão (46 e 74),

Bárrio (42b e 43b)] permitiram concluir serem águas doces, com excepção das amostras de água de mistura em Fervença (70), na Quinta de São Gião (72) e em Famalicão (74). As águas doces em Maiorga (10), em Valado dos Frades (8), em Fervença (23, 24, 24b, 67 e 68), em Bárrio (42b e 43b) e na Quinta de São Gião (48c) são provenientes de um regime climático diferente do actual ou de alterações durante a infiltração até ao aquífero. A água doce em Montes (18) revelou ser a água da chuva analisada nesta dissertação. As amostras de água doce em Ferraria (22), em Fervença (32), na Nazaré (33 e 33c) e na Quinta de São Gião (44 e 44b) são águas provenientes da água da chuva cuja composição físico-química é semelhante em vários pontos do planeta em épocas passadas, denominada água universal. Os mesmos resultados isotópicos permitiram concluir o tipo de fenómenos a que estão sujeitas algumas amostras de água. Assim, a amostra de água em Montes (16b) está sujeita ao fenómeno de dissolução de rochas evaporíticas. As amostras de água em Maiorga (12), em Famalicão (46) e na Nazaré (47b) mostraram estar sujeitas a evaporação seguida de infiltração e a trocas isotópicas com as rochas do aquífero, e apenas sujeitas a evaporação as amostras de água de mistura em Fervença (70), na Nazaré (72) e em Famalicão (74). As amostras de água da Nazaré (34) e de Fervença (24b) sugeriram estar sujeitas ao fenómeno de intrusão salina, tendo sido também interpretadas como contaminadas por produtos resultantes das actividades agrícolas e/ou outros (pecuária, urbanos e industriais). A amostra de água 24b de Fervença situa-se a mais de 9050 m do mar e localiza-se nas formações de «Margas e Calcários de Dagorda» do Jurássico, não podendo estar influenciada pela intrusão salina, mas sim pela dissolução de calcários, dolomitos e/ou evaporitos. A amostra de água 34 na Nazaré, embora se encontre a cerca de 400 m do mar, entre areias do Quaternário e a formação das «Camadas de Alcobaça» do Jurássico, e não haja estudos sobre intrusão salina nesta zona, considera-se, segundo a interpretação dos resultados isotópicos de $\delta^2\text{H}$ (‰) e de $\delta^{18}\text{O}$ (‰), como sendo uma água contaminada por produtos resultantes das actividades agrícolas e/ou outros (pecuária, urbanos e industriais), tal como já mencionado na secção dos elementos vestigiais e dos gráficos (neste capítulo). Esta amostra de água (34) pertence a um poço próximo da estrada nacional (N242), com uma profundidade de cerca de 4,87 m e com uma cota piezométrica de cerca de -1,74 m (obtida da diferença entre a cota geográfica de cerca de 2 m e o nível de água no poço de cerca de 3,74 m), o proprietário usa-a na agricultura intensiva. Aquando da recolha de água observaram-se junto ao poço, vários recipientes de produtos químicos para a agricultura, uns vazios e outros por abrir. [Desconhece-se se é realizado neste poço a prática agrícola, incorrecta, de fazer a mistura dos produtos agrícolas (fertilizantes) dentro do poço e em seguida utilizá-la para rega (Marques da Costa, 2000), em vez de ser feita num recipiente próprio e, deste, espalhada pelo terreno]. Observando outros dados sobre a amostra de água 34, esta revelou ser uma água cloretada sódica com alta condutividade eléctrica (2740 $\mu\text{S}/\text{cm}$), alta concentração em sólidos dissolvidos totais (SDT) (1661 mg/l), alta salinidade (cerca de 11‰), com concentração em ião nitrato (NO_3^-) de cerca de 23 mg/l (inferior ao valor de 50 mg/l recomendável para uma água de consumo humano no DL n.º 306/2007 de 27 de Agosto) e de manganês (Mn) superior a uma água para consumo humano (0,05 mg/l; DL n.º 306/2007 de 27 de Agosto). Existindo outra amostra de água (33) à distância do mar 400 m e à distância de 675 m da amostra de água 34, colhida também em Maio de 2011, foi utilizada para auxiliar na interpretação do resultado isotópico da amostra de água 34. A amostra de água 33 foi extraída de um poço com uma profundidade de cerca de 3,6 m e com uma cota piezométrica de cerca de 0,65 m, revelando ser bicarbonatada cálcica com condutividade eléctrica de cerca de 962 $\mu\text{S}/\text{cm}$, totais de sólidos dissolvidos de

cerca de 636 mg/l, salinidade de cerca de 5‰ e concentração em ião nitrato (NO_3^-) de cerca de 31 mg/l. (A amostra de água 33 não foi sujeita a análises para a determinação de elementos vestigiais). As diferenças existentes entre estas duas amostras de água (33 e 34) sugerem que a interpretação isotópica para o tipo de fenómeno da amostra de água 34 contaminada por fertilizantes, ligas metálicas e/ou cerâmica (consultar secção sobre os elementos vestigiais e os gráficos neste capítulo) seja a salinização por rega agrícola e não a intrusão salina. No futuro dever-se-á realizar um estudo sobre se estará ou não a ocorrer o fenómeno de intrusão salina nas captações do litoral da Nazaré e da Quinta de São Gião, utilizando uma sonda que meça, em simultâneo, a variação do nível piezométrico e a condutividade eléctrica. Sem estas duas medidas em simultâneo nunca se saberá se realmente a água que sobe no poço, aquando do aumento do nível da maré, está ou não a ser contaminada pela água do mar. (Antonellini *et al.*, 2012).

Os resultados isotópicos de $\delta^2\text{H}$ (‰) e de $\delta^{18}\text{O}$ (‰) das amostras de água dos furos analisados [Nasce Água (1), Vestiária (30 e 31), Quinta de São Gião (45), Fervença (58 e 60), Bárrio (61), Alcobaça (26b), Nazaré (75), Casal de Areia (13b), Maiorga (69)] permitiram concluir serem águas doces, com excepção das amostras da água termal em Fervença (60). As águas doces em Vestiária (30 e 31) são provenientes de um regime climático diferente do actual. As amostras de água na Quinta de São Gião (45), em Bárrio (61) e em Alcobaça (26b) são provenientes de um regime climático diferente do actual ou de alterações durante a infiltração até ao aquífero. As amostras de água em Fervença (58) e no Casal de Areia (13b) são provenientes da água universal (água da chuva cuja composição físico-química é semelhante em vários pontos do planeta em épocas passadas). Os resultados isotópicos permitiram desvendar para algumas amostras de água o tipo de fenómenos a que estão sujeitas. As amostras de água em Nasce Água (1), em Vestiária (31) e em Fervença (60) estão sujeitas ao fenómeno de rochas evaporíticas. As amostras de água em Vestiária (31) e em Fervença (60) localizam-se na formação de «Camadas de Alcobaça» do Jurássico, mas a amostra de água em Nasce Água (1) em areias do Quaternário. O furo 1 em Nasce Água é uma captação para abastecimento público com uma profundidade de cerca de 36,4 m, efectuada em 1970 e um nível freático a cerca de 2,9 m (informação da Câmara Municipal da Nazaré). Sem ter acesso ao log, recorreu-se à informação da DGMSG de 1967, (consultar «Capítulo 2 – Enquadramento») de que existiram dois furos, JK2 e JK3, na zona de Nasce Água, que atingiram a formação do Jurássico inferior («Margas e Calcários de Dagorda»), a profundidades de cerca de 19,70 m e de cerca de 20 m, respectivamente. Considera-se que as três amostras de água em Nasce Água (1), em Vestiária (31) e em Fervença (60) estão a ser influenciadas pela lixiviação de evaporitos. As amostras de água em Fervença (58), em Alcobaça (26b) e na Nazaré (75) foram interpretadas como estando sujeitas ao fenómeno de intrusão salina. Estas três amostras distam de cerca de 1900 m e mais de 9050 m do mar, localizam-se sobre a formação de «Camadas de Alcobaça» do Jurássico e as areias do Quaternário, e, como não são conhecidos os dados geotécnicos das perfurações, poder-se-á interpretar que estas águas estejam sujeitas a lixiviação de rochas evaporíticas. A amostra de água em Maiorga (69) na formação do Plio-Plistocénico (alternância de areias com bancadas finas de calcário gresoso) revelou ser uma água doce sujeita a evaporação (a temperatura média do ar na hora da colheita da amostra de água, segundo a Estação Meteorológica de Maiorga, era cerca de 23°C) seguida de infiltração e de trocas isotópicas com as rochas do aquífero.

Resumindo, as águas subterrâneas analisadas, por intermédio das razões isotópicas $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^2\text{H}$ em ‰, são águas doces, com excepção de três águas termais (nascentes 59 e 64b e furo 60 todas em Fervença) e de três águas de mistura (vala 70 em Fervença; poço 72 na Quinta de São Gião; poço 74 em Famalicão).

Quanto à origem das águas analisadas, o estudo isotópico revelou existirem cinco possibilidades de origem:

- chuva local analisada nesta dissertação (nascente 21c em Ferraria e poço 18 em Montes);
- regime climático diferente do actual [nascentes: em Alcobaça (27), em Valado dos Frades (35b), em Montes (19b), em Famalicão (73) e em Bárrio (76); poços: em Maiorga (10), em Valado dos Frades (8), em Fervença (23, 24, 24b, 67 e 68), em Bárrio (42b e 43b) e na Quinta de São Gião (48c); e furos: em Vestiária (30 e 31), na Quinta de São Gião (45), em Bárrio (61) e em Alcobaça (26b)];
- alteração durante a infiltração até ao aquífero [nascentes: em Alcobaça (27), em Valado dos Frades (35b), em Montes (19b), em Famalicão (73) e em Bárrio (76); poços: em Maiorga (10 e 12), em Valado dos Frades (8), em Fervença (23, 24, 67 e 68), em Bárrio (42b), na Nazaré (47b) e na Quinta de São Gião (48b); e furos: na Quinta de São Gião (45), em Bárrio (61) e em Alcobaça (26b)];
- água universal [nascente em Fervença (59); poços: em Fervença (32), na Nazaré (33 e 33c), na Quinta de São Gião (44 e 44b) e em Ferraria (22); furos: em Fervença (58) e no Casal de Areia (13b)];
- indeterminado [nascentes: em Bárrio (37) e em Fervença (64b); poços: em Maiorga (12), na Nazaré (34 e 47b), em Famalicão (46 e 74), na Quinta de São Gião (48b e 72), em Fervença (70) e em Montes (16b); furos: em Nasce Água (1), em Fervença (60), em Valado de Frades (75) e em Maiorga (69)].

Relativamente ao tipo de fenómenos a que as amostras de águas estiveram sujeitas, o estudo isotópico revelou quatro tipos: alterações durante a infiltração até ao aquífero, evaporação, dissolução de rochas evaporíticas e intrusão salina. A alteração durante a infiltração até ao aquífero acontece sempre, desde que a infiltração não seja muito rápida, como por exemplo nas zonas cársticas, a entrada de água por fendas/diaclasses. A evaporação acontece sempre, mas com maior predominância em tempo quente. Verifica-se que este fenómeno aparece associado a amostras de água ditas de mistura [poços: em Fervença (70), na Quinta de São Gião (72) e em Famalicão (74)]. O fenómeno da intrusão salina, pelos motivos explicados acima, não poderá ter ocorrido, sendo de considerar, com os presentes dados, o de dissolução de rochas evaporíticas [nascentes: em Bárrio (37) e em Fervença (59 e 64b); poço em Montes (16b); e furos: em Nasce Água (1), em Vestiária (31) e em Fervença (60)] e também a contaminação agrícola [nascentes: em Valado dos Frades (35b), em Montes (19b) e em Ferraria (21c); poços: na Nazaré (34), na Quinta de São Gião (48b) e em Fervença (24b); furos: em Alcobaça (26b), em Fervença (58) e em Valado dos Frades (75)] para essas amostras de água.

Para finalizar, os isótopos de oxigénio 18 e hidrogénio 2 auxiliam na interpretação do tipo e origem da água analisada e na determinação do fenómeno a que a água está sujeita. No entanto, esta última interpretação nunca pode ser aceite sem ter em atenção os restantes parâmetros analisados, como se pôde constatar. É necessário, e importante, ter acesso aos dados geotécnicos e de ensaios realizados durante a perfuração, e que estes apresentem coordenadas correctas acompanhadas do sistema de coordenadas

utilizado. Seria útil existir sempre um mapa em papel com a localização correcta da captação, para que quando se mude de *software* ou de sistema de coordenadas não aconteça perder-se informação. Também se considera relevante que a referência do processo de licenciamento da mesma captação seja único em cada administração de recursos hídricos.

As figuras seguintes simplificam as informações obtidas dos recursos hídricos superficiais analisados por anos. (Figs. 6.5 e 6.6)

(Figura apresentada no Anexo)

Figura 6.5 – Recursos hídricos subterrâneos analisados em 2011

(Figura apresentada no Anexo)

Figura 6.6 – Recursos hídricos subterrâneos analisados em 2012

6.3 – Relação entre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos

Os recursos hídricos superficiais e subterrâneos estão relacionados por intermédio do ciclo da água ou ciclo hidrológico. A **figura 6.7** ilustra de forma esquemática o ciclo hidrológico.

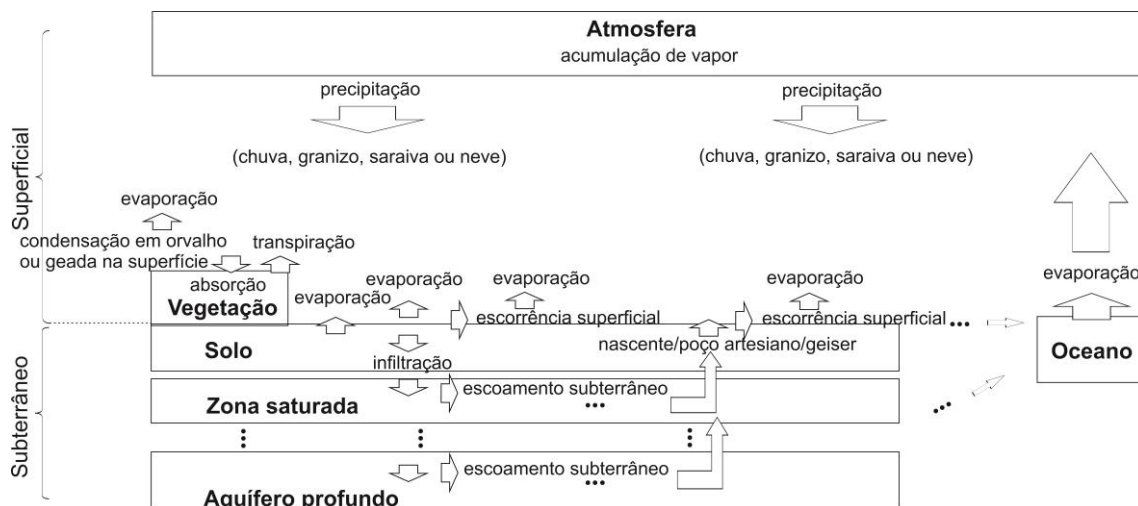


Figura 6.7 – O ciclo hidrológico. (Adaptado de Wisler e Brater, 1964)

A água do oceano evapora-se e condensa-se na atmosfera. Parte cai no oceano e outra parte é transportada pelo vento, originando a queda de chuva neblina, granizo, saraiva e neve, ou forma orvalho e geada na superfície da vegetação e/ou de objectos. Quase toda a humidade sob a forma de orvalho e geada é directamente evaporada ou é absorvida pelos vegetais através dos seus poros, e por sua vez é libertada pela transpiração.

Em relação à água da chuva, parte é evaporada antes de alcançar o solo, outra parte é intersectada pela vegetação, pelas construções e/ou outros objectos, sendo parcialmente evaporada. Outra parte escoar pela superfície terrestre até às linhas de água, desaguando no mar. Mas, ainda outra parte da água da chuva infiltra-se no solo por capilaridade, e a que não é infiltrada é evaporada e/ou é utilizada pela vegetação, a qual volta à atmosfera pela transpiração. A que se junta à água do solo circula lentamente até aos cursos de água, surgindo como escoamento subterrâneo, podendo infiltrar-se em profundidade, voltando a aparecer à superfície em longas distâncias e longo período de tempo por nascentes, por poços artesianos ou por geisers. Parte desta água que atinge a superfície da crosta é evaporada e outra parte chega ao mar, repetindo-se o ciclo. (Wisler e Brater, 1964).

O estudo da relação entre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos foi realizado com base nas interações hidrodinâmicas e hidroquímicas.

6.3.1 – Interações hidrodinâmicas

As interações hidrodinâmicas obtiveram-se da análise comparativa espaço-temporal da superfície piezométrica das massas de água analisadas durante os anos 2011 a 2013.

Os dados piezométricos foram obtidos pela diferença entre a distância da superfície do terreno (cota topográfica) até ao topo do aquífero [nível hidrostático (NHE)], ou seja, a profundidade do nível da água dentro do furo ou poço, quando não está em bombeamento por um longo período de tempo].

A cartografia das cotas piezométricas permitem visualizar a circulação das massas de águas (da cota mais alta para a mais baixa).

Os dados piezométricos obtidos em 2011 (**Quadro 6.I**) permitiram inferir as principais direcções de fluxo subterrâneo na Várzea da Nazaré, nesse mesmo ano. (**Fig. 6.8**)

Quadro 6.I – Cotas piezométricas dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos analisados em 2011

Recursos hídricos superficiais								
Ano	Mês	Tipo de captação	Amostra	Localização geográfica	Cota geográfica (m)	Profundidade captação (m)	NHE (m)	Cota Piezométrica (m)
2011	Maio	rio	25	Fervença ⁽¹⁾	9	à superfície		9
	Maio	vala	36	Valado dos Frades ⁽¹⁾	6	à superfície		6
	Julho	vala	40	Casal de Areia ⁽²⁾	16	à superfície		16
	Julho	rio	39	Valado dos Frades ⁽¹⁾	6	à superfície		6
	Julho	rio	38	Valado dos Frades ⁽¹⁾	5	à superfície		5
	Outubro	rio	51	Casal de Areia ⁽²⁾	13	à superfície		13
	Outubro	vala	40b	Casal de Areia ⁽²⁾	16	à superfície		16
	Outubro	vala	53	Casal de Areia ⁽²⁾	16	à superfície		16
	Outubro	rio	50	Casal de Areia ⁽²⁾	13	à superfície		13
	Outubro	vala	49	Casal de Areia ⁽²⁾	13	à superfície		13
	Outubro	vala	52	Casal de Areia ⁽²⁾	14	à superfície		14
Recursos hídricos subterrâneos								
Ano	Mês	Tipo de captação	Amostra	Localização geográfica	Cota geográfica (m)	Profundidade captação (m)	NHE (m)	Cota Piezométrica (m)
2011	Março	furo	1	Nasce Água ⁽¹⁾	24	36,4	3,17	21
	Março	nascente	2	Nasce Água ⁽¹⁾	21	à superfície		21
	Março	furo	3	Nasce Água ⁽¹⁾	20	21	1,1	19
	Março	furo	4	Nasce Água ⁽¹⁾	21	23	1,8	19
	Março	furo	5	Nasce Água ⁽¹⁾	20	30	1,63	18
	Março	furo	6	Nasce Água ⁽¹⁾	19	30	1,61	17
	Março	furo	7	Nasce Água ⁽¹⁾	19	30	1,61	17
	Março	poço	8	Valado dos Frades ⁽²⁾	36	5,09	2,27	34
	Março	poço	9	Valado dos Frades ⁽²⁾	41	5,87	3,52	37
	Março	poço	10	Maiorga ⁽¹⁾	8	3,55	2,67	5
	Março	furo	11	Maiorga ⁽²⁾	7	25	?	?
	Março	poço	12	Maiorga ⁽²⁾	6	?	?	?
	Março	furo	13	Casal de Areia ⁽²⁾	16	superior a 3	?	?
	Março	nascente	14	Casal de Areia ⁽¹⁾	30	à superfície		30
	Março	poço	15	Casal de Areia ⁽¹⁾	30	6,4	5,01	25
	Março	poço	16	Montes ⁽³⁾	17	2,96	0,37	17
	Março	nascente	17	Montes ⁽³⁾	39	à superfície		39
	Março	poço	18	Montes ⁽³⁾	39	9,11	1,39	38
	Março	nascente	19	Montes ⁽²⁾	21	à superfície		21
	Março	furo	20	Montes ⁽²⁾	27	6	?	?
	Março	nascente	21	Ferraria ⁽²⁾	40	à superfície		40
	Março	poço	22	Ferraria ⁽³⁾	38	3,35	0,79	37
	Maio	poço	23	Fervença ⁽¹⁾	7	2,2	0,7	6
	Maio	poço	24	Fervença ⁽¹⁾	10	3,25	1,02	9
	Maio	furo	26	Alcobaça ⁽¹⁾	25	120	50	-25
	Maio	nascente	27	Alcobaça ⁽¹⁾	100	à superfície		100
	Maio	poço	28	Vestiária ⁽¹⁾	150	6,18	2,46	148
	Maio	poço	29	Vestiária ⁽¹⁾	90	7,12	5,58	84
	Maio	furo	30	Vestiária ⁽¹⁾	160	cerca de 236	50	110
	Maio	furo	31	Vestiária ⁽¹⁾	167	134	40	127
	Maio	poço	32	Fervença ⁽¹⁾	7	4,25	2,84	4
	Maio	poço	33	Nazaré ⁽¹⁾	3	3,6	2,35	1
	Maio	poço	34	Nazaré ⁽¹⁾	2	4,87	3,74	-2
	Maio	nascente	35	Valado dos Frades ⁽¹⁾	5	à superfície		5

Ano	Mês	Tipo de captação	Amostra	Localização geográfica	Cota geográfica (m)	Profundidade captação (m)	NHE (m)	Cota Piezométrica (m)
2011	Julho	nascente	37	Bárrio ⁽¹⁾	1	à superfície		1
	Julho	poço	41	Bárrio ⁽¹⁾	135	9,4	3,05	132
	Julho	poço	42	Bárrio ⁽¹⁾	137	4	3,57	133
	Julho	poço	43	Bárrio ⁽¹⁾	110	2,5	0,69	109
	Julho	poço	44	Quinta São João ⁽¹⁾	7	8,35	7,4	0
	Julho	furo	45	Quinta São João ⁽¹⁾	10	?	?	?
	Julho	poço	46	Famalicão ⁽²⁾	2	2,51	0,92	1
	Setembro	poço	47	Nazaré ⁽¹⁾	2	3,1	2,39	0
	Setembro	poço	48	Quinta São João ⁽¹⁾	5	2,5	1,68	3

(Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste ⁽¹⁾, massa de água Caldas da Rainha - Nazaré ⁽²⁾, massa de água de Alpedriz ⁽³⁾)

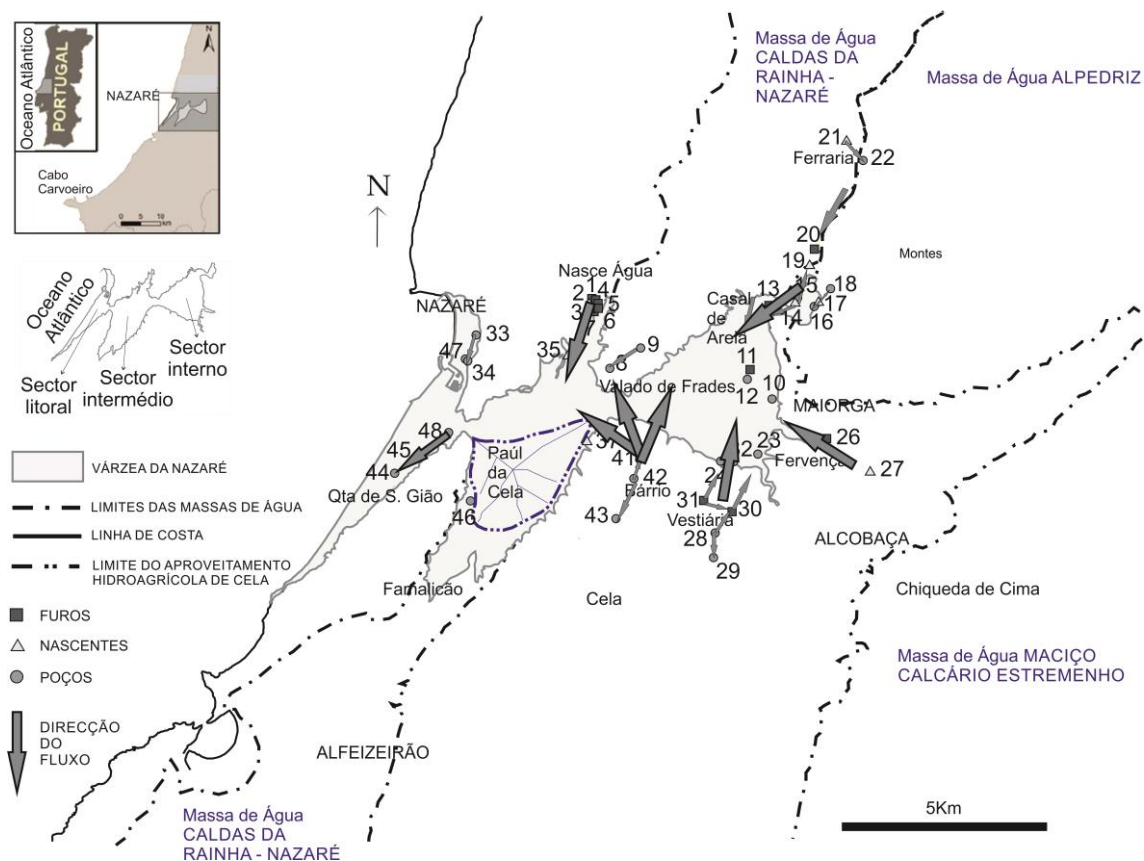


Figura 6.8 – Principais direcções do fluxo superficial e subterrâneo da amostragem em 2011

As águas superficiais (rios) de acordo com a topografia revelaram um fluxo com direcção para o interior da várzea (cotas mais altas para as mais baixas) seguindo em direcção ao mar. No Casal de Areia, as águas superficiais poluídas seguem para o interior da várzea, ligando-se ao rio de Areia.

As cotas piezométricas das águas subterrâneas analisadas apresentaram, no geral, três grupos de valores: de 0 m a 10 m, de 11 m a 40 m e de 84 m a 148 m, aproximadamente. As cotas mais baixas (0 m a 10 m, aproximadamente), no interior da várzea, em zonas arenosas e/ou aluvionares, representam aquíferos livres, que facilmente conectam com as águas superficiais. As cotas mais altas (84 m a 148 m, aproximadamente) localizam-se no topo de elevações (zona de Bárrio, Vestiária e Alcobaca), em formações carbonatadas e representam aquíferos confinados a semi-confinados; no geral, fluem para o interior da várzea. O grupo de valores intermédios (11 m a 40 m, aproximadamente) localizam-se no limite norte da

Várzea da Nazaré (Nasce Água, Casal de Areia, Montes e Ferraria), com litologias arenosas e/ou carbonatadas, cujas águas subterrâneas fluem em direcção ao interior da várzea.

A **figura 6.8** ilustra algumas situações:

- na Nazaré, parece existir um fluxo da água subterrânea do poço 33 para o poço 34;
- na Quinta de São Gião, a água subterrânea do poço 48 parece que está a fluir para o furo 45 e poço 44, a sul;
- em Nasce Água, as águas subterrâneas fluem de norte para sul (em direcção ao interior da várzea);
- em Valado dos Frades, a água subterrânea do poço 9 poderá estar a fluir para o poço 8;
- em Bárrio, a água subterrânea do poço 42 poderá estar a fluir para o poço 43, a sul, e para o poço 41, a norte;
- em Vestiária, a água subterrânea do furo 31 parece estar a fluir para o furo 30, a leste, e para os poços 24 e 32, a norte;
- em Vestiária, a água subterrânea do poço 28 parece estar a fluir para o poço 29, a sul, e para o furo 30, a norte. A água subterrânea do furo 30 flui para o interior da várzea;
- em Alcobaça, a água subterrânea da nascente 27 poderá estar a fluir para o furo 26 (artesianos), a oeste;
- em Montes, a água subterrânea da nascente 17 poderá estar a fluir para os poços 16, a sul, e para o poço 18, a norte;
- no Casal de Areia, a água subterrânea da nascente 14 poderá fluir para o furo 13, a sul, e para o poço 15, a norte, e deste para a nascente 19, a norte;
- em Ferraria, a água subterrânea da nascente 21 poderá estar a fluir para o poço 22, a SE, e deste para o furo 20, a sul.

Os dados piezométricos obtidos em 2012 (**Quadro 6.II**) permitiram inferir as principais direcções de fluxo subterrâneo na Várzea da Nazaré, nesse mesmo ano. (**Fig. 6.9**)

Quadro 6.II – Cotas piezométricas dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos analisados em 2012

Recursos hídricos superficiais								
Ano	Mês	Tipo de captação	Amostra	Localização geográfica	Cota geográfica (m)	Profundidade captação (m)	NHE (m)	Cota Piezométrica (m)
2012	Fevereiro	canal	62	Paúl da Cela ⁽¹⁾	4	à superfície		4
	Fevereiro	vala	63	Paúl da Cela ⁽¹⁾	1	à superfície		1
	Março	vala	36b	Valado dos Frades ⁽¹⁾	6	à superfície		6
	Março	rio	38b	Valado dos Frades ⁽¹⁾	5	à superfície		5
	Julho	rio	25b	Fervença ⁽¹⁾	9	à superfície		9
	Julho	lagoa	66	Casal de Areia ⁽²⁾	18	à superfície		18
	Julho	vala	71	Fervença ⁽¹⁾	6	à superfície		6
	Novembro	lagoa	80	Paúl da Cela ⁽¹⁾	1	à superfície		1

Recursos hídricos subterrâneos								
Ano	Mês	Tipo de captação	Amostra	Localização geográfica	Cota geográfica (m)	Profundidade captação (m)	NHE (m)	Cota Piezométrica (m)
2012	Fevereiro	furo	58	Fervença ⁽¹⁾	6	cerca de 36	0,6	5
	Fevereiro	nascente	59	Fervença ⁽¹⁾	20	à superfície		20
	Fevereiro	furo	60	Fervença ⁽¹⁾	30	70	?	?
	Fevereiro	furo	61	Bárrio ⁽¹⁾	140	120	?	?
	Fevereiro	nascente	64	Fervença ⁽¹⁾	15	à superfície		15
	Fevereiro	nascente	65	Alcobaça ⁽⁴⁾	47	à superfície		47
2012	Março	furo	1b	Nasce Água ⁽¹⁾	24	36,4	?	?
	Março	poço	8b	Valado dos Frades ⁽²⁾	36	5,09	2,51	33
	Março	poço	10b	Maiorga ⁽¹⁾	8	3,55	2,66	5
	Março	poço	12b	Maiorga ⁽²⁾	6	?	?	?
	Março	poço	18b	Montes ⁽³⁾	39	9,11	6,02	33
	Março	nascente	21b	Ferraria ⁽²⁾	40	à superfície		40
	Março	poço	33b	Nazaré ⁽¹⁾	3	3,6	2,69	0
	Março	poço	34b	Nazaré ⁽¹⁾	2	4,87	-4,87	7
	Março	nascente	37b	Bárrio ⁽¹⁾	1	à superfície		1
	Março	poço	48b	Quinta São João ⁽¹⁾	5	2,5	1,55	3
	Julho	furo	13b	Casal de Areia ⁽²⁾	16	superior a 3	?	?
	Julho	poço	16b	Montes ⁽³⁾	17	2,96	2,07	15
	Julho	nascente	19b	Montes ⁽²⁾	21	superfície		21
	Julho	nascente	21c	Ferraria ⁽²⁾	40	à superfície		40
	Julho	poço	24b	Fervença ⁽¹⁾	10	3,25	1,66	8
	Julho	furo	26b	Alcobaça ⁽¹⁾	25	120	?	?
	Julho	poço	32b	Fervença ⁽¹⁾	7	4,25	2,81	4
	Julho	poço	33c	Nazaré ⁽¹⁾	3	3,6	3	0
	Julho	nascente	35b	Valado dos Frades ⁽¹⁾	5	à superfície		5
	Julho	poço	42b	Bárrio ⁽¹⁾	137	4	2,86	134
	Julho	poço	43b	Bárrio ⁽¹⁾	110	2,5	1,28	109
	Julho	poço	44b	Quinta São João ⁽¹⁾	7	8,35	7,64	-1
	Julho	furo	45b	Quinta São João ⁽¹⁾	10	?	?	?
	Julho	poço	47b	Nazaré ⁽¹⁾	2	3,1	2,46	0
	Julho	poço	48c	Quinta São João ⁽¹⁾	5	2,5	1,85	3
	Julho	nascente	64b	Fervença ⁽¹⁾	15	à superfície		15
	Julho	poço	67	Fervença ⁽²⁾	6	4,69	2,23	4
	Julho	poço	68	Fervença ⁽²⁾	11	7	5,5	6
	Julho	furo	69	Maiorga ⁽²⁾	8	?	?	8
	Julho	poço	70	Fervença ⁽¹⁾	6	2,88	1,42	5
	Julho	poço	72	Quinta São João ⁽¹⁾	2	4	2	0
	Julho	nascente	73	Famalicão ⁽²⁾	23	à superfície		23
	Julho	poço	74	Famalicão ⁽²⁾	4	4,01	2,21	2
	Julho	furo	75	Nazaré ⁽¹⁾	2	?	?	?
	Outubro	nascente	37c	Bárrio ⁽¹⁾	1	à superfície		1
	Outubro	nascente	76	Bárrio ⁽¹⁾	4	à superfície		4
	Novembro	nascente	77	Casal de Areia ⁽²⁾	17	à superfície		17
	Novembro	furo	78	Casal de Areia ⁽²⁾	29	?	?	29
	Novembro	poço	79	Paúl da Cela ⁽¹⁾	6	cerca de 36	0,6	5
	Novembro	furo	81	Valado dos Frades ⁽¹⁾	4	?	?	?
	Novembro	furo	82	Nasce Água ⁽²⁾	14	4,5	2,5	12
	Novembro	nascente	83	Nasce Água ⁽¹⁾	40	à superfície		40
	Novembro	poço	84	Nasce Água ⁽²⁾	57	4	3	54
	Novembro	furo	85	Quinta São João ⁽¹⁾	6	12	4	2
	Novembro	nascente	86	Valado dos Frades ⁽²⁾	12	à superfície		12

(Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste ⁽¹⁾, massa de água Caldas da Rainha - Nazaré ⁽²⁾, massa de água de Alpedriz ⁽³⁾, massa de água do Maciço Calcário Estremenho ⁽⁴⁾)

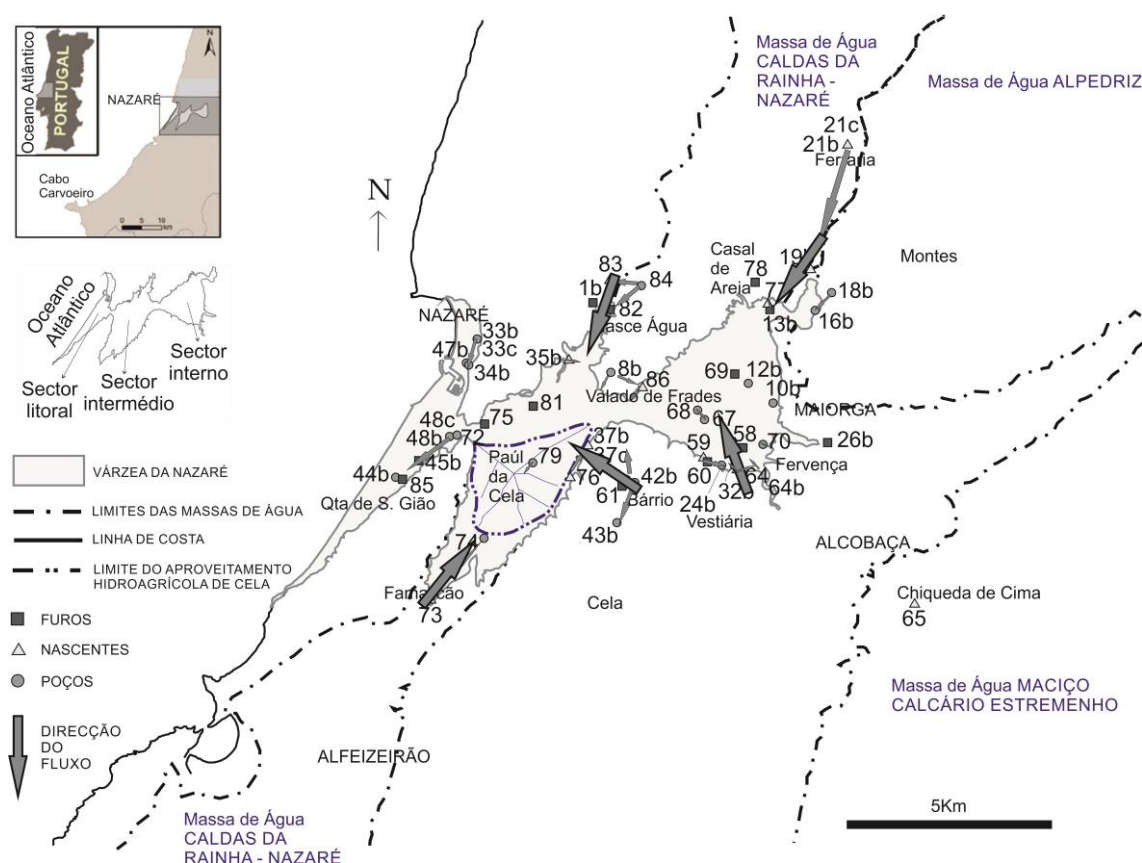


Figura 6.9 – Principais direcções do fluxo superficial e subterrâneo da amostragem em 2012

Em 2012, as águas superficiais (rios) mantiveram o fluxo em direcção ao interior da várzea, terminando no mar.

As cotas piezométricas das águas subterrâneas analisadas em 2012 também apresentaram três grupos de valores: baixos (0 m a 10 m, aproximadamente), intermédios (11 m a 54 m, aproximadamente) e altos (109 m a 134 m, aproximadamente), os quais correspondem ao interior da várzea, ao contacto norte da várzea e à elevação a sul da várzea (Bário).

A **figura 6.9** ilustra algumas situações:

- na Nazaré, mantém-se o fluxo do poço 33 para o poço 34;
- na Quinta de São Gião, as águas subterrâneas do furo 45 e do poço 44 poderão estar a receber água do poço 48, a norte, e do furo 85, a leste;
- em Famalicão, a nascente 73 flui para o interior da várzea, podendo estar a abastecer o poço 74;
- em Valado dos Frades, a água subterrânea do poço 8 flui para o interior da várzea, mas também poderá estar a fluir para a nascente 86;
- em Nasce Água, o poço 84 poderá estar a fluir para a nascente 83 e para o furo 82, e deste para os furos 1, 3, 4, 5, 6 e 7, e para a nascente 2;
- em Fervença, a água subterrânea do poço 68 parece estar a fluir para o poço 67;
- em Fervença, nas Termas da Piedade, a água subterrânea da nascente 59 parece estar a fluir para o poço 24, assim como a nascente 64 poderá estar a fluir para os poços 32 e 23;
- em Bário, a água subterrânea da nascente 76 parece estar a fluir para a nascente 37;

– em Bárrio, a água subterrânea do poço 42 parece manter a direcção do fluxo para o poço 43, a sul, e para o poço 41, a norte;

– em Montes, a água subterrânea do poço 18 parece estar a fluir para o poço 16;

– no Casal de Areia, a água subterrânea da nascente 77 poderá estar a fluir para o furo 13.

Analisando as cotas piezométricas das amostras de água subterrâneas com mais de uma amostragem (**Quadro 6.III**) verifica-se que não houve alterações, com excepção de algumas amostras de água.

Quadro 6.III – Cotas piezométricas dos recursos hídricos subterrâneos analisados em 2011 e em 2012

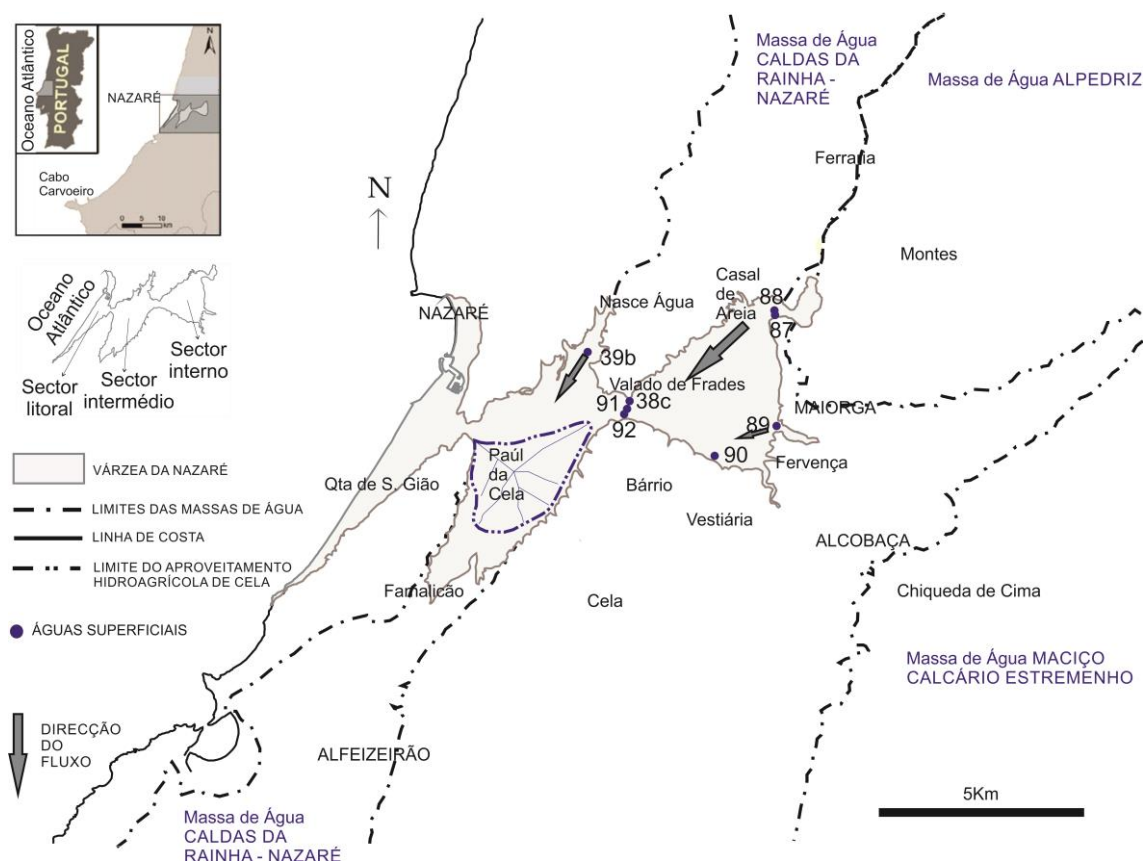
Recursos hídricos subterrâneos								
Ano	Mês	Tipo de captação	Amostra	Localização geográfica	Cota geográfica (m)	Profundidade captação (m)	NHE (m)	Cota Piezométrica (m)
2011	Março	furo	1	Nasce Água ⁽¹⁾	24	36,4	3,17	21
2012	Março	furo	1b	Nasce Água ⁽¹⁾	24	36,4	?	?
2011	Março	poço	8	Valado dos Frades ⁽²⁾	36	5,09	2,27	34
2012	Março	poço	8b	Valado dos Frades ⁽²⁾	36	5,09	2,51	33
2011	Março	poço	10	Maiorga ⁽¹⁾	8	3,55	2,67	5
2012	Março	poço	10b	Maiorga ⁽¹⁾	8	3,55	2,66	5
2011	Março	poço	12	Maiorga ⁽²⁾	6	?	?	?
2012	Março	poço	12b	Maiorga ⁽²⁾	6	?	?	?
2011	Março	furo	13	Casal de Areia ⁽²⁾	16	superior a 3	?	?
2012	Julho	furo	13b	Casal de Areia ⁽²⁾	16	superior a 3	?	?
2011	Março	poço	16	Montes ⁽³⁾	17	2,96	0,37	17
2012	Julho	poço	16b	Montes ⁽³⁾	17	2,96	2,07	15
2011	Março	poço	18	Montes ⁽³⁾	39	9,11	1,39	38
2012	Março	poço	18b	Montes ⁽³⁾	39	9,11	6,02	33
2011	Maio	poço	24	Fervença ⁽¹⁾	10	3,25	1,02	9
2012	Julho	poço	24b	Fervença ⁽¹⁾	10	3,25	1,66	8
2011	Maio	furo	26	Alcobaça ⁽¹⁾	25	120	50	-25
2012	Julho	furo	26b	Alcobaça ⁽¹⁾	25	120	?	?
2011	Maio	poço	32	Fervença ⁽¹⁾	7	4,25	2,84	4
2012	Julho	poço	32b	Fervença ⁽¹⁾	7	4,25	2,81	4
2011	Maio	poço	33	Nazaré ⁽¹⁾	3	3,6	2,35	1
2012	Março	poço	33b	Nazaré ⁽¹⁾	3	3,6	2,69	0
2012	Julho	poço	33c	Nazaré ⁽¹⁾	3	3,6	3	0
2011	Maio	poço	34	Nazaré ⁽¹⁾	2	4,87	3,74	-2
2012	Março	poço	34b	Nazaré ⁽¹⁾	2	4,87	-4,9	7
2011	Julho	poço	42	Bárrio ⁽¹⁾	137	4	3,57	133
2012	Julho	poço	42b	Bárrio ⁽¹⁾	137	4	2,86	134
2011	Julho	poço	43	Bárrio ⁽¹⁾	110	2,5	0,69	109
2012	Julho	poço	43b	Bárrio ⁽¹⁾	110	2,5	1,28	109
2011	Julho	poço	44	Quinta São Gião ⁽¹⁾	7	8,35	7,4	0
2012	Julho	poço	44b	Quinta São Gião ⁽¹⁾	7	8,35	7,64	-1
2011	Julho	furo	45	Quinta São Gião ⁽¹⁾	10	?	?	?
2012	Julho	furo	45b	Quinta São Gião ⁽¹⁾	10	?	?	?
2011	Setembro	poço	47	Nazaré ⁽¹⁾	2	3,1	2,39	0
2012	Julho	poço	47b	Nazaré ⁽¹⁾	2	3,1	2,46	0
2011	Setembro	poço	48	Quinta São Gião ⁽¹⁾	5	2,5	1,68	3
2012	Março	poço	48b	Quinta São Gião ⁽¹⁾	5	2,5	1,55	3
2012	Julho	poço	48c	Quinta São Gião ⁽¹⁾	5	2,5	1,85	3

Ocorreram as seguintes subidas dos níveis freáticos: cerca de 0,24 m em Valado dos Frades (poço 8), cerca de 0,64 m em Fervença (poço 24), cerca de 0,34 m na Nazaré (poço 33), cerca de 1,70 m em Montes (poço 16), cerca de 4,63 m em Montes (poço 18) e cerca de 0,24 m na Quinta de São Gião (poço 44). Verificaram-se as seguintes descidas dos níveis freáticos: cerca de 0,71 m em Bárrio (poço 42) e cerca de 3,74 m na Nazaré (poço 34). Todas estas águas são usadas para a agricultura. A ocorrência de subida do nível freático justifica-se pela existência de recarga de água subterrânea e não pela água da chuva (ano seco).

Os dados piezométricos obtidos em 2013 (**Quadro 6.IV**) permitiram inferir as principais direcções de fluxo subterrâneo na Várzea da Nazaré, nesse mesmo ano. (**Fig. 6.10**)

Quadro 6.IV – Cotas piezométricas dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos analisados em 2013

Recursos hídricos superficiais								
Ano	Mês	Tipo de captação	Amostra	Localização geográfica	Cota geográfica (m)	Profundidade captação (m)	NHE (m)	Cota Piezométrica (m)
2013	Fevereiro	rio	87	Casal de Areia ⁽¹⁾	16	à superfície		16
	Fevereiro	rio	88	Casal de Areia ⁽¹⁾	16	à superfície		16
	Fevereiro	rio	89	Maiorga ⁽¹⁾	12	à superfície		12
	Fevereiro	rio	90	Fervença ⁽¹⁾	5	à superfície		5
	Fevereiro	rio	38c	Valado dos Frades ⁽¹⁾	5	à superfície		5
	Fevereiro	rio	39b	Valado dos Frades ⁽¹⁾	6	à superfície		6
	Fevereiro	rio	91	Valado dos Frades ⁽¹⁾	5	à superfície		5
	Fevereiro	rio	92	Valado dos Frades ⁽¹⁾	5	à superfície		5

(Massa de água da Orla Ocidental Indiferenciada da Bacia das Ribeiras do Oeste ⁽¹⁾)**Figura 6.10** – Principais direcções do fluxo superficial e subterrâneo da amostragem em 2013

Em 2013, apenas se analisaram amostras de água de rios que atravessam a Várzea da Nazaré. Os rios fluem para o interior da várzea. O rio de Alcobaca apresentou no sector interno da várzea, na zona de Fervença, cotas piezométricas constantes (cerca de 5 m).

Em conclusão, os dados permitiram interpretar o sentido geral do fluxo das águas superficiais e subterrâneas. (**Fig. 6.11**)

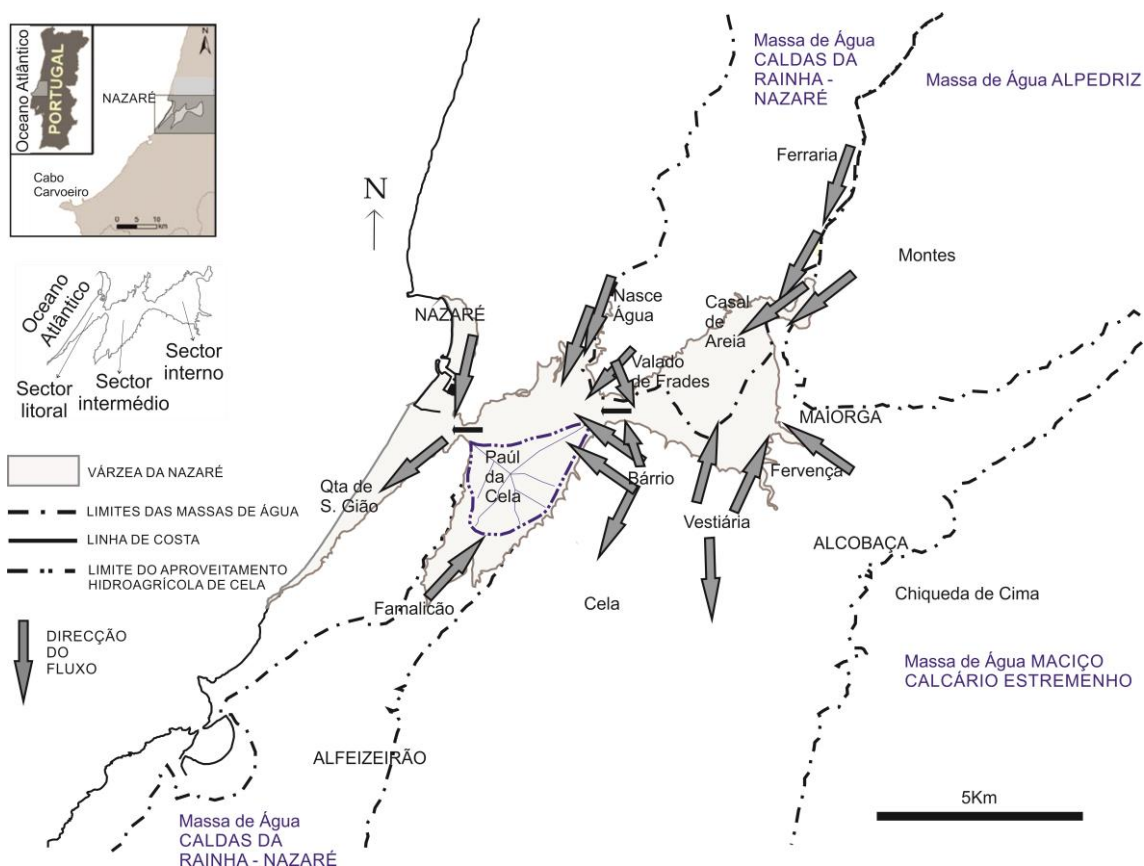


Figura 6.11 – Interpretação final do fluxo superficial e subterrâneo na Várzea da Nazaré

Conclui-se que a várzea da Nazaré, por ser uma zona rebaixada, recebe as águas superficiais e subterrâneas. No contacto com a várzea existem nascentes que despejam para o interior da várzea. Na Nazaré, na Quinta de São Gião e em Nasce Água parece existir um fluxo subterrâneo de norte para sul. Em Famalicão, a nascente 73 corre no sentido do interior da Várzea da Nazaré. Em Bário e em Vestiária existem dois fluxos, um para a Várzea e outro para sul, no sentido contrário à Várzea. As águas no interior da várzea da Nazaré seguem em direcção ao mar, podendo em algumas zonas pontuais existir fluxo contrário (exemplo da água subterrânea do poço 68 para o poço 67, em Fervença).

6.3.2 – Interações hidroquímicas

As interações hidroquímicas foram analisadas a partir da interpretação das análises físico-químicas apresentadas nos subcapítulos «6.1 – Recursos hídricos superficiais» e «6.2 – Recursos hídricos subterrâneos».

Em seguida, apresenta-se para cada parâmetro analisado uma comparação entre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos, os quais pouco diferem, como se poderá observar.

O pH dos recursos hídricos superficiais difere ligeiramente do dos subterrâneos. As águas dos rios analisadas revelaram ser fracamente básicas, mas as captações próximas são ácidas, fracamente ácidas e/ou neutras. Por exemplo, no Casal de Areia, os rios (87 e 88) analisados revelaram pH fracamente básico, mas as nascentes (77 e 19) e o furo (13), também no Casal de Areia, apresentaram-se fracamente ácidos a ácidos.

Relativamente ao potencial redox, apenas sete amostras de águas subterrâneas mostraram ser redutoras, devido à degradação de resíduos urbanos depositados no interior de cinco poços e da degradação da matéria orgânica depositada durante o tempo em que existia actividade pecuária no furo que atravessou essa camada.

Analisando a relação pH-Eh, verifica-se que a maioria dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos pertencem a ambientes de rio e de chuva. Algumas amostras de águas superficiais e subterrâneas contaminadas pelas actividades antrópicas revelaram outros tipos de ambientes como próximos de uma água subterrânea e de mina.

As temperaturas dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos não diferem muito, elas acompanham as temperaturas médias do ar. No entanto, as águas superficiais com circulação muito lenta atingiram temperaturas superiores à maioria das águas subterrâneas, por estarem em contacto directo com os raios solares. As águas subterrâneas que revelaram temperaturas mais altas estão relacionadas com uma circulação longa e profunda, devendo-se apenas ao gradiente geotérmico, são águas termais.

Os recursos hídricos superficiais e subterrâneos mostraram diferentes mineralizações. A maioria possuía baixa mineralização (inferior a 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) resultante do pouco tempo de residência no mesmo local. Alguns dos recursos superficiais e subterrâneos revelaram valores entre 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sugerindo a presença de terrenos agrícolas. Os recursos hídricos subterrâneos ainda revelaram algumas amostras com alta mineralização (entre 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) a muito alta mineralização (entre 4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$), considerando-se ser devido à circulação lenta em evaporitos de fácil dissolução e à presença de terrenos agrícolas.

O parâmetro alcalinidade mostrou-se dependente do pH nos recursos hídricos superficiais e variável nos recursos hídricos subterrâneos.

Relativamente à concentração de dióxido de carbono ($\text{CO}_{2(\text{aq})}$) livre, os maiores valores foram detectados nos recursos hídricos superficiais em águas poluídas (valas 49 e 52 do Casal de Areia, com valores de 145 mg/l e de 210 mg/l, respectivamente). No entanto, algumas amostras dos recursos hídricos subterrâneos, associadas à geotermia (Termas da Piedade e zona de falha entre as aluviões e «Margas e Calcários de Dagorda») e próximo de actividades agrícolas e industriais, também apresentaram alta concentração em dióxido de carbono ($\text{CO}_{2(\text{aq})}$) livre, mas com valores entre cerca de 12 mg/l a cerca de 70 mg/l.

Os recursos hídricos superficiais e subterrâneos revelaram que águas amostradas em zonas agrícolas (Paúl da Cela, Quinta de São Gião e Casal de Areia), industriais (Casal de Areia) e nas termas da Piedade ou próximo destas (Fervença e Bárrio) são consideradas águas más, relativamente ao parâmetro sólidos dissolvidos totais (SDT). (WHO, 2011).

Os recursos hídricos superficiais e subterrâneos revelaram ser águas brandas [carbonato de cálcio (CaCO_3) inferior a 50 mg/l], com excepção das amostras de água 80 com 63,0 mg/l (lagoa no Paúl da Cela), 34 e 34b com, respectivamente, 58,0 mg/l e 71,6 mg/l (poço na Nazaré), 24b com 55,6 mg/l (poço em Fervença), 72 com 55,8 mg/l (poço na Quinta de São Gião) e 13b com 52,6 mg/l (furo no Casal de Areia) que revelaram possuir uma dureza moderadamente dura, coincidentes com zonas de exploração agrícola.

A salinidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos com valores entre cerca de 2‰ e 16‰, revelou ser influenciada não só pelo fenómeno de evaporação (anos de estudo secos), mas também pela contaminação dos efluentes das actividades industriais (Casal de Areia), pelas águas de escorrência agrícola (Montes, Nazaré e Maiorga) e pela geologia (Nasce Água, Bárrio e Fervença).

Os recursos hídricos superficiais e subterrâneos apresentaram diversas fácies hidroquímicas consoante a geologia por onde circularam e da presença de diversos poluentes resultantes das actividades agrícolas e/ou industriais ou dos resíduos abandonados em locais impróprios (por exemplo, um frigorífico dentro do poço 48 na Quinta de São Gião). No entanto, refere-se que as duas fácies predominantes são a bicarbonatada cálcica e a cloretada sódica.

O ião nitrato (NO_3^-) foi detectado tanto nos recursos hídricos superficiais como subterrâneos analisados, como se pode observar da **figura 6.12**.

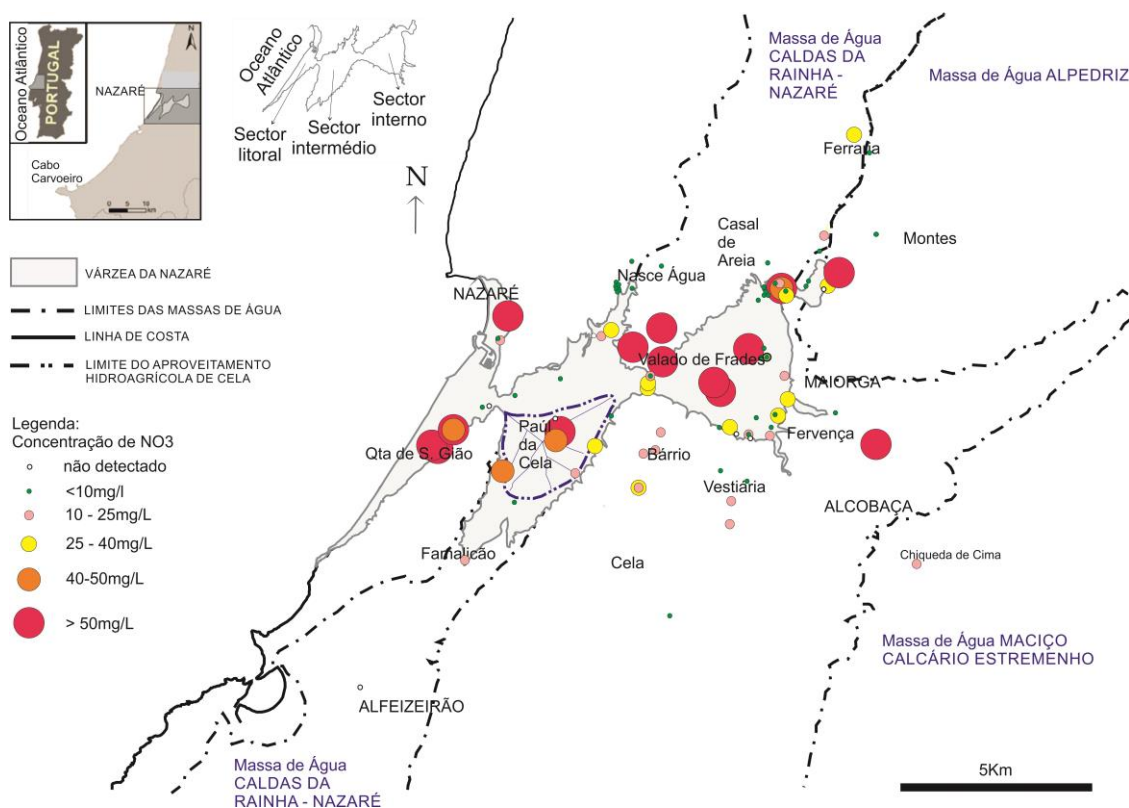


Figura 6.12 – Ião nitrato (NO_3^-) nas águas analisadas na Várzea da Nazaré

Utilizando o valor máximo recomendável para uma água de consumo humano de 50 mg/l (DL n.º 306/2007, de 27 de Agosto), verifica-se que as zonas que ultrapassam estes valores são, no geral: Nazaré, Quinta de São Gião, Paúl da Cela, Valado dos Frades, Fervença, Maiorga, Casal de Areia e Alcobaça, devendo por isso iniciar-se o uso de boas práticas agrícolas (MADRP, 1997; artigo 6.º do DL n.º 235/97, de 3 Setembro).

O ião nitrito (NO_2^-) foi detectado nos recursos hídricos superficiais e subterrâneos analisados, apenas em cinco amostras de valas, de lagoa e de rios, e dois poços. A presença do ião nitrito (NO_2^-) nestas amostras de água sugere que se encontram contaminadas por efluentes das indústrias alimentar, têxtil, metalúrgica, química, borracha, fertilizantes e/ou da pecuária.

O ião fosfato (PO_4^{3-}) foi detectado em algumas amostras de águas superficiais e subterrâneas, com valores entre 0,01 mg/l a cerca de 5 mg/l, nas captações de Valado dos Frades, do Paúl da Cela, do Casal de Areia, de Famalicão, de Montes, da Nazaré, da Quinta de São Gião e de Fervença, situadas perto de terrenos agrícolas, de suiniculturas e de indústrias, sujeitas a contaminação por fertilizantes e/ou detergentes.

O ião brometo (Br^-) foi detectado em alguns dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, sugerindo contaminação por corantes da indústria de cerâmica e de vidro, insecticidas agrícolas, raticidas, agente branqueador e sanitário na purificação de águas, produtos farmacêuticos, tratamento de farinhas, fluidos de extintores e/ou aditivos de gasolina. Os recursos hídricos superficiais com a presença de ião brometo (Br^-) foram encontrados nas águas poluídas do Casal de Areia. Os recursos hídricos subterrâneos com a presença de ião brometo (Br^-) foram encontrados em uma nascente em Fervença e em oito poços distribuídos por Valado dos Frades, Nazaré, Quinta de São Gião e Paúl da Cela, em zona agrícola.

O ião fluoreto (F^-) foi detectado em todos os recursos hídricos superficiais e subterrâneos analisados, com valores entre 0,01 mg/l a cerca de 70 mg/l, excepto os que se localizam nas zonas onde existe contaminação proveniente, principalmente, da actividade agrícola. A alta concentração em ião fluoreto (F^-) resulta da dissolução dos minerais dos depósitos hidrotermais [por exemplo, o mineral fluorite (CaF_2)], de dolomitos e de calcários, mas também no caso do furo 13 no Casal de Areia, pode resultar da introdução de efluentes das metalúrgicas, de fábricas têxteis, de pasta dentrífica, de plástico, de vidro, de cerâmicas e/ou de fertilizantes.

Em relação aos elementos vestigiais, os recursos hídricos superficiais e subterrâneos analisados apresentaram os seguintes elementos químicos em comum: o titânio (Ti), o manganês (Mn), o bário (Ba), o rubídio (Rb) e o cério (Cs). Estes são característicos de minerais de calcite, de dolomite e de argila, de rochas sedimentares (calcários, areias), de filões hidrotermais e de evaporitos, e quando presentes nas águas em concentrações superiores aos padrões de Reimann e Caritat (1998) indicam contaminação por pesticidas, cerâmica, vidro, borracha, ligas metálicas, tintas, electrónica, pirotecnia, baterias, tubos para televisão e/ou automóvel. Os recursos hídricos superficiais analisados mostram a presença de outros elementos químicos comuns nas nascentes e nos furos analisados: o zinco (Zn) e o ítrio (Y), característico da lixiviação de rochas carbonatadas e, quando em concentrações superiores aos padrões de Reimann e Caritat (1998), indicam contaminação por cerâmica, têxtil, metalúrgica, tintas, borracha e/ou preservação de madeiras. Os elementos químicos: arsénio (As) e urânio (U) são comuns em todos os recursos hídricos, excepto para as captações do tipo nascente. Estes elementos químicos sugerem circulação das águas por

calcários, dolomitos, carvões, depósitos/veios hidrotermais, argilas e/ou arenitos e, encontrando-se com valores superiores aos padrões de Reimann e Caritat (1998), contaminadas pelas actividades agro-pecuárias (fertilizantes, insecticidas, herbicidas, raticidas e/ou medicamentos) e industriais (vidro, metalúrgica, pirotecnia e/ou conservante de madeira e de couro).

Alguns dos elementos encontrados nos recursos hídricos superficiais foram os seguintes: alumínio (Al), vanádio (V), cobalto (Co), cobre (Cu), selénio (Se), molibdénio (Mo), antimónio (Sb), iodo (I), lantânio (La), cério (Ce), praseodímio (Pr), neodímio (Nd), samário (Sm), gadolínio (Gd), disprósio (Dy), érbio (Er), itérbio (Yb), tório (Th), enxofre (S) e estrôncio (Sr). Para os recursos hídricos subterrâneos provenientes das nascentes analisadas: lantânio (La), neodímio (Nd) e samário (Sm). Para os poços, o antimónio (Sb), e para os furos, o cobre (Cu). Estes elementos sugerem contaminação pelas actividades agro-pecuárias, industriais, ETARs e/ou águas de escorrência de rodovias.

Os recursos hídricos superficiais e subterrâneos analisados, por intermédio dos índices hidrogeoquímicos, revelaram ser águas continentais doces influenciadas por terrenos dolomíticos ou com serpentina (com excepção de quatro amostras de água: poço 28 em Vestiária, poço 43b em Bárrio, poço 74 em Famalicão e furo 31 em Vestiária). Alguns recursos hídricos subterrâneos revelaram estar influenciados pelo mineral halite e não pelas rochas evaporíticas, nas zonas de Alcobaça (nascente 65), de Famalicão (nascente 73), do Casal de Areia (nascente 77 e furo 78), de Bárrio (poços 43 e 42b), da Quinta de São Gião (poço 48c), de Nasce Água (furos 5 e 6) e de Nazaré (furo 75). A principal zona da Várzea da Nazaré que revelou águas subterrâneas resultantes também da lixiviação de evaporitos foi a zona de Fervença (nascentes: 59 e 64; poços: 24, 24b e 32b; e furo 60), incluindo a água do rio Alcobaça (25) colhida nesta zona, e a de Nasce Água (nascente 83 e furo 82). Também se detectou nas águas dos furos da Quinta de São Gião (45, 45b e 85), em Bárrio (61), em Maiorga (69) e em Valado dos Frades (81) e na nascente em Alcobaça (65). Infelizmente desconhecem-se os dados geotécnicos que permitiriam perceber a que profundidade estariam os evaporitos, mas percebe-se que outras águas subterrâneas, fora da zona de Fervença, estão influenciadas por estas rochas.

Três amostras de água revelaram estar sujeitas a contaminação antrópica, duas em Fervença (poços 67 e 68) e uma no Casal de Areia (furo 13).

A distribuição das amostras de água superficiais e subterrâneas relativamente aos fenómenos de fixação ou de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas em troca dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$) é irregular.

Ambos os recursos hídricos revelaram amostras de água sobressaturadas, subsaturadas e em equilíbrio com os minerais carbonatados [calcite CaCO_3 , aragonite CaCO_3 e dolomite $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$] em locais onde predominam as rochas carbonatadas e/ou evaporíticas à superfície (Fervença, Bárrio e Alcobaça) e em profundidade (Valado de Frades, Nasce Água, Nazaré, Quinta de São Gião e Casal de Areia).

A sobressaturação na fase mineral sólida fluorite (CaF_2) ocorreu em ambos os recursos hídricos em zonas ricas em rochas carbonatadas, níveis argilosos e em veios preenchidos por minerais de fluorite, gesso e/ou apatite. No entanto, algumas amostras de água (valas 49 e 52; furo 13 e 13b) do Casal de Areia (zona industrial) revelaram que a sobressaturação no mineral fluorite (CaF_2) se deva a contaminação por

efluentes industriais de curtumes, de papel, de têxtil, de pólvora, de farmacêutica, de fungicidas, do vidro, da cerâmica, da metalúrgica, dos plásticos e/ou dos fertilizantes, por apresentarem alta concentração em sulfato (SO_4^{2-}) entre 328 mg/l e 491 mg/l, aproximadamente, e em ião fluoreto (F^-) entre cerca de 3,25 mg/l e cerca de 70,04 mg/l.

A sobressaturação no mineral hidroxiapatite [$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$] revelou-se nos recursos hídricos superficiais do Casal de Areia (rio de Areia 51 e vala 53) e do Paúl da Cela (vala 63) e nos recursos hídricos subterrâneos em Montes (poço 18b), na Quinta de São Gião (poços 44 e 72) e na Nazaré (poços 33, 33b e 47). São amostras de água que apresentam na sua composição química concentração em ião fosfato (PO_4^{3-}) entre cerca de 0,5 mg/l e cerca de 4,6 mg/l, portanto influenciadas por águas de escorrência de terras agrícolas fertilizadas e/ou de falhas de tratamento de águas residuais (fossas sépticas, escoamento de áreas de armazenamento de dejectos animais, tratamento de água e/ou preparações de limpeza comercial), e/ou outros produtos industriais, tais como os suplementos de alimentação animal, os conservantes alimentares, os pesticidas, os insecticidas, as cerâmicas e/ou os detergentes. As amostras de água, na sua maioria, foram colhidas em zonas de intensa actividade agrícola, com habitação próxima e com matilhas.

Apenas uma amostra de água superficial (vala 52 do Casal de Areia) revelou sobressaturação em dióxido de carbono (CO_2), devido à descarga ilegal de efluentes industriais e/ou agrícolas sem tratamento prévio, ocorrida em 17 de Outubro de 2011.

Os recursos hídricos superficiais e subterrâneos analisados revelaram ser águas doces influenciadas pela geologia e/ou pela contaminação antrópica. Relativamente à geologia, verificou-se que algumas amostras de água superficiais e subterrâneas estão sujeitas a lixiviação de evaporitos, em especial na zona de Fervença e de Bárrio, no contacto por falha entre as aluviões do Quaternário e a formação de «Margas e Calcários de Dagorda» do Jurássico inferior. A lixiviação de calcários foi detectada em amostras de água localizadas nas formações «Camadas de Alcobaça» e «Grés Superior com Vegetais e Dinossáurios» do Jurássico superior, em Alcobaça e em Bárrio. Algumas amostras de água localizadas em areias de dunas do Quaternário, na Nazaré e na Quinta de São Gião, revelaram estar influenciadas pela dissolução do mineral halite da rocha evaporítica e/ou da plagioclase das areias arcósicas.

A contaminação pelas indústrias vidreira, cerâmica, metalúrgica e curtimentos incide no Casal de Areia, no entanto algumas amostras de água também revelaram a presença destes contaminantes na Nazaré, na Quinta de São Gião, no Paúl da Cela, em Fervença e em Maiorga. As que apresentaram contaminantes da agro-pecuária localizaram-se nas zonas onde se praticam estas actividades, nomeadamente, na Nazaré, na Quinta de São Gião, em Valado dos Frades, em Maiorga, em Fervença e em Maiorga. Alguns dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos apresentaram contaminação por águas de escorrência das rodovias, devido à sua proximidade.

Relativamente à qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, os parâmetros analisados com valores superiores aos permitidos por lei para uma água de consumo humano foram os mesmos: pH, ião magnésio (Mg^{2+}), ião cloreto (Cl^-), ião nitrato (NO_3^-), ião nitrito (NO_2^-), ião potássio (K^+), ião fluoreto (F^-), ião brometo (Br^-), manganês (Mn), selénio (Se), alumínio (Al) e bário (Ba). No entanto, os recursos hídricos superficiais ainda apresentaram cádmio (Cd), e os subterrâneos com valores superiores

permitidos por lei para uma água de consumo humano, os seguintes parâmetros: condutividade eléctrica, ião sódio (Na^+), ião cálcio (Ca^{2+}), ião sulfato (SO_4^{2-}), ferro (Fe), níquel (Ni), arsénio (As), fósforo (P), berílio (Be) e lítio (Li).

Estes parâmetros encontram-se distribuídos pelos recursos hídricos superficiais e subterrâneos nas seguintes zonas geográficas:

- no Casal de Areia, os recursos hídricos superficiais revelaram pH, ião nitrato (NO_3^-), ião nitrito (NO_2^-), ião potássio (K^+), ião fluoreto (F^-), ião brometo (Br^-), cádmio (Cd), selénio (Se), alumínio (Al) e bário (Ba), e os recursos hídricos subterrâneos revelaram pH e ião fluoreto (F^-);
- no Paúl da Cela, os recursos hídricos superficiais revelaram os iões magnésio (Mg^{2+}), cloreto (Cl^-), fluoreto (F^-) e potássio (K^+), e os recursos hídricos subterrâneos, os iões sódio (Na^+), cálcio (Ca^{2+}), nitrato (NO_3^-) e potássio (K^+);
- em Valado dos Frades, os recursos hídricos superficiais revelaram os iões nitrato (NO_3^-), fluoreto (F^-) e potássio (K^+) e os elementos químicos: manganês (Mn) e selénio (Se); e os recursos hídricos subterrâneos revelaram o pH, os iões sódio (Na^+), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), nitrato (NO_3^-) e potássio (K^+), e os elementos químicos: manganês (Mn) e selénio (Se);
- em Fervença, os recursos hídricos superficiais analisados revelaram iões nitrito (NO_2^-), potássio (K^+) e fluoreto (F^-), e os recursos hídricos subterrâneos revelaram pH, condutividade eléctrica, iões sódio (Na^+), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), cloreto (Cl^-), sulfato (SO_4^{2-}), nitrato (NO_3^-), fluoreto (F^-), brometo (Br^-) e potássio (K^+), e elementos químicos: manganês (Mn), selénio (Se), bário (Ba), ferro (Fe) e bário (Ba);
- em Maiorga, os recursos hídricos superficiais revelaram o ião nitrito (NO_2^-), e os recursos hídricos subterrâneos pH, ião nitrato (NO_3^-), ião potássio (K^+), selénio (Se), bário (Ba), ferro (Fe) e lítio (Li).

Nas restantes zonas geográficas da Várzea da Nazaré apenas se analisaram recursos hídricos subterrâneos, nos quais os parâmetros acima dos valores permitidos para uma água de consumo humano foram:

- em Nasce Água: pH;
- em Ferraria: pH;
- em Montes: pH, ião cálcio (Ca^{2+}), ião potássio (K^+), manganês (Mn), selénio (Se), alumínio (Al), bário (Ba), níquel (Ni), arsénio (As) e lítio (Li);
- em Alcobaça: ião magnésio (Mg^{2+}), ião nitrato (NO_3^-), ião brometo (Br^-), ião potássio (K^+), selénio (Se) e bário (Ba);
- em Bárrio: condutividade eléctrica, ião sódio (Na^+), ião cálcio (Ca^{2+}), ião magnésio (Mg^{2+}), ião cloreto (Cl^-), selénio (Se) e bário (Ba);
- na Nazaré: pH, condutividade eléctrica, ião sódio (Na^+), ião cálcio (Ca^{2+}), ião magnésio (Mg^{2+}), ião cloreto (Cl^-), ião nitrato (NO_3^-), ião brometo (Br^-), ião potássio (K^+), manganês (Mn), selénio (Se), fósforo (P);
- na Quinta de São Gião: ião cálcio (Ca^{2+}), ião magnésio (Mg^{2+}), ião cloreto (Cl^-), ião nitrato (NO_3^-), ião nitrito (NO_2^-), ião brometo (Br^-), ião potássio (K^+), manganês (Mn), selénio (Se), ferro (Fe), arsénio (As), fósforo (P) e berílio (Be);

– em Famalicão: ião magnésio (Mg^{2+}), ião nitrito (NO_2^-), ião fluoreto (F^-) e ião potássio (K^+).

Verifica-se que estes parâmetros reflectem uma forte presença das actividades agro-pecuárias.

No que diz respeito à aptidão da água para rega agrícola, no geral, as águas revelaram ser de baixo perigo de alcalinização (S1) e médio a alto perigo de salinização (C2 a C3), não devendo portanto, serem utilizadas para a rega de culturas mais sensíveis à salinidade moderada, como por exemplo, a alface, a couve-flor e o repolho. As águas na zona de Fervença junto às Termas da Piedade, a da nascente em Bárrio, a do poço da Quinta de São Gião e a do furo em Fervença são águas com baixo a muito alto perigo de alcalinização (S1 a S4) e muito alto perigo de salinidade (C4), não devendo por isso serem utilizadas para rega.

Os recursos hídricos superficiais e subterrâneos, de acordo com a interpretação dos resultados isotópicos de δ^2H (‰) e de $\delta^{18}O$ (‰), são na sua maioria águas doces, existindo águas de mistura [lagoa no Casal de Areia (66), valas: em Fervença (70) e no Paúl da Cela (63); poços: na Quinta de São Gião (72) e em Famalicão (74)] e águas termais [nascentes: em Fervença (59 e 64b), furo em Fervença (60)]. Quanto à origem das águas analisadas, o estudo isotópico revelou existir cinco tipos de possíveis origens:

– chuva local, analisada nesta dissertação [água da chuva (54, 56 e 57); nascente 21c em Ferraria e poço 18 em Montes];

– regime climático diferente do actual [nascentes: em Alcobaça (27), em Valado dos Frades (35b), em Montes (19b), em Famalicão (73), em Bárrio (76); poços: em Maiorga (10), em Valado dos Frades (8), em Fervença (23, 24, 24b, 67 e 68), em Bárrio (42b e 43b), na Quinta de São Gião (48c); furos: em Vestiária (31), na Quinta de São Gião (45), em Bárrio (61), em Alcobaça (26b)];

– alteração durante a infiltração até ao aquífero [nascentes: em Alcobaça (27), em Valado dos Frades (35b), em Montes (19b), em Famalicão (73), em Bárrio (76); poços: em Maiorga (10 e 12), em Valado dos Frades (8), em Fervença (23, 24, 67 e 68), em Bárrio (42b), na Nazaré (47b), na Quinta de São Gião (48b); furos: na Quinta de São Gião (45), em Bárrio (61), em Alcobaça (26b)];

– água universal [vala em Valado dos Frades (36); rio de Areia em Valado dos Frades (38); nascente em Fervença (59); poços: em Fervença (32), na Nazaré (33 e 33c), na Quinta de São Gião (44 e 44b); furos: em Fervença (58), no Casal de Areia (13b)];

– indeterminado (nascentes: em Bárrio (37), em Fervença (64b); poços: em Maiorga (12), na Nazaré (34 e 47b), em Famalicão (46 e 74), na Quinta de São Gião (48b e 72), em Fervença (70), em Montes (16b); furos: em Nasce Água (1), em Fervença (60), em Valado de Frades (75), em Maiorga (69)).

Relativamente ao tipo de fenómenos a que as amostras de águas estiveram sujeitas, o estudo isotópico revelou quatro tipos: alterações durante a infiltração até ao aquífero, evaporação, dissolução de rochas evaporíticas e intrusão salina. A alteração durante a infiltração até ao aquífero acontece sempre desde que a infiltração não seja muito rápida, como por exemplo nas zonas cársticas em que a entrada de água se faz por fendas/diáclases. A evaporação acontece sempre, mas com maior predominância em tempo quente. Verifica-se que este fenómeno aparece associado a amostras de água ditas de mistura e que estejam em contacto com a atmosfera [vala no Paúl da Cela (63); lagoa no Casal de Areia (66); poços: 70 em Fervença (70), na Quinta de São Gião (72), em Famalicão (74)]. O fenómeno da intrusão salina com os

presentes dados é de excluir e optar pela dissolução de rochas evaporíticas/calcários/dolomitos, podendo para os recursos hídricos superficiais ser ainda acompanhada do fenómeno de evaporação e/ou de contaminação agrícola, [rio de Alcobaça em Fervença (25b); vala em Fervença (71); nascentes: em Bárrio (37), em Fervença (59 e 64b), em Valado dos Frades (35b), em Montes (19b), em Ferraria (21c); poços: em Montes (16b), na Nazaré (34), na Quinta de São Gião (48b), em Fervença (24b); furos: em Nasce Água (1), em Vestiária (31), em Fervença (58 e 60), em Alcobaça (26b), em Valado dos Frades (75)].

O estudo dos isótopos de oxigénio 18 e de hidrogénio 2 é útil para determinar o tipo de água e a sua origem, bem como o fenómeno a que a água está sujeita, mas nunca isolado dos outros estudos hidrogeológicos, nomeadamente os hidroquímicos.

6.4 – Evolução espacial e temporal dos recursos hídricos (2011 a 2013)

A não existência de dados hidroquímicos antigos e de relatórios geotécnicos não permitiu apresentar a variação espacial e a evolução temporal das águas que foram analisadas nem realizar o estudo hidrodinâmico da Várzea da Nazaré e, subsequentemente, construir um modelo hidrogeológico para a Várzea da Nazaré. Assim sendo, por se tratar de um estudo pioneiro, o trabalho desenvolvido pretendeu obter um conhecimento geral da área, nomeadamente a hidroquímica das águas analisadas nas várias formações geológicas, as fontes de contaminação, a gestão dos recursos hídricos e os problemas/críticas da população local. Durante a colheita de amostras de água procurou-se conhecer não só a distribuição espacial dos diferentes parâmetros hidroquímicos na Várzea da Nazaré, mas também a sua evolução. No entanto, das 92 captações efectuadas, apenas 28 captações apresentam duas a três amostragens. (**Quadro 6.V** e **Fig. 6.13**)

Quadro 6.V – Estações com duas e três colheitas de amostras de água

Recursos hídricos superficiais				
Ano	Mês	Tipo de captação	Amostra	Localização geográfica
2011	Maio	rio	25	Fervença ⁽¹⁾
	Maio	vala	36	Valado dos Frades ⁽¹⁾
	Julho	rio	38	Valado dos Frades ⁽¹⁾
	Julho	rio	39	Valado dos Frades ⁽¹⁾
	Julho	vala	40	Casal de Areia ⁽²⁾
	Outubro	vala	40b	Casal de Areia ⁽²⁾
2012	Março	vala	36b	Valado dos Frades ⁽¹⁾
	Março	rio	38b	Valado dos Frades ⁽¹⁾
	Julho	rio	25b	Fervença ⁽¹⁾
2013	Fevereiro	rio	38c	Valado dos Frades ⁽¹⁾
	Fevereiro	rio	39b	Valado dos Frades ⁽¹⁾
Recursos hídricos subterrâneos				
Ano	Mês	Tipo de captação	Amostra	Localização geográfica
2011	Março	furo	1	Nasce Água ⁽¹⁾
	Março	poço	8	Valado dos Frades ⁽²⁾
	Março	poço	10	Maiorga ⁽¹⁾
	Março	poço	12	Maiorga ⁽²⁾
	Março	furo	13	Casal de Areia ⁽²⁾
	Março	poço	16	Montes ⁽³⁾
	Março	poço	18	Montes ⁽³⁾
	Março	nascente	19	Montes ⁽²⁾
	Março	nascente	21	Ferraria ⁽²⁾
	Maio	poço	24	Fervença ⁽¹⁾
	Maio	furo	26	Alcobaga ⁽¹⁾
	Maio	poço	33	Nazaré ⁽¹⁾
	Maio	poço	34	Nazaré ⁽¹⁾
	Maio	nascente	35	Valado dos Frades ⁽¹⁾
	Julho	nascente	37	Bárrio ⁽¹⁾
	Julho	poço	42	Bárrio ⁽¹⁾
	Julho	poço	43	Bárrio ⁽¹⁾
	Julho	poço	44	Quinta São Gião ⁽¹⁾
	Julho	furo	45	Quinta São Gião ⁽¹⁾
	Setembro	poço	47	Nazaré ⁽¹⁾
	Setembro	poço	48	Quinta São Gião ⁽¹⁾
2012	Fevereiro	nascente	64	Fervença ⁽¹⁾
	Março	furo	1b	Nasce Água ⁽¹⁾
	Março	poço	8b	Valado dos Frades ⁽²⁾
	Março	poço	10b	Maiorga ⁽¹⁾
	Março	poço	12b	Maiorga ⁽²⁾
	Março	poço	18b	Montes ⁽³⁾
	Março	nascente	21b	Ferraria ⁽²⁾
	Março	poço	33b	Nazaré ⁽¹⁾
	Março	poço	34b	Nazaré ⁽¹⁾
	Março	nascente	37b	Bárrio ⁽¹⁾
	Março	poço	48b	Quinta São Gião ⁽¹⁾
	Julho	furo	13b	Casal de Areia ⁽²⁾
	Julho	poço	16b	Montes ⁽³⁾
	Julho	nascente	19b	Montes ⁽²⁾
	Julho	nascente	21c	Ferraria ⁽²⁾
	Julho	poço	24b	Fervença ⁽¹⁾
	Julho	furo	26b	Alcobaga ⁽¹⁾
	Julho	poço	32b	Fervença ⁽¹⁾
	Julho	poço	33c	Nazaré ⁽¹⁾
	Julho	nascente	35b	Valado dos Frades ⁽¹⁾
	Julho	poço	42b	Bárrio ⁽¹⁾
	Julho	poço	43b	Bárrio ⁽¹⁾
	Julho	poço	44b	Quinta São Gião ⁽¹⁾
	Julho	furo	45b	Quinta São Gião ⁽¹⁾
	Julho	poço	47b	Nazaré ⁽¹⁾
	Julho	poço	48c	Quinta São Gião ⁽¹⁾
	Julho	nascente	64b	Fervença ⁽¹⁾
	Outubro	nascente	37c	Bárrio ⁽¹⁾

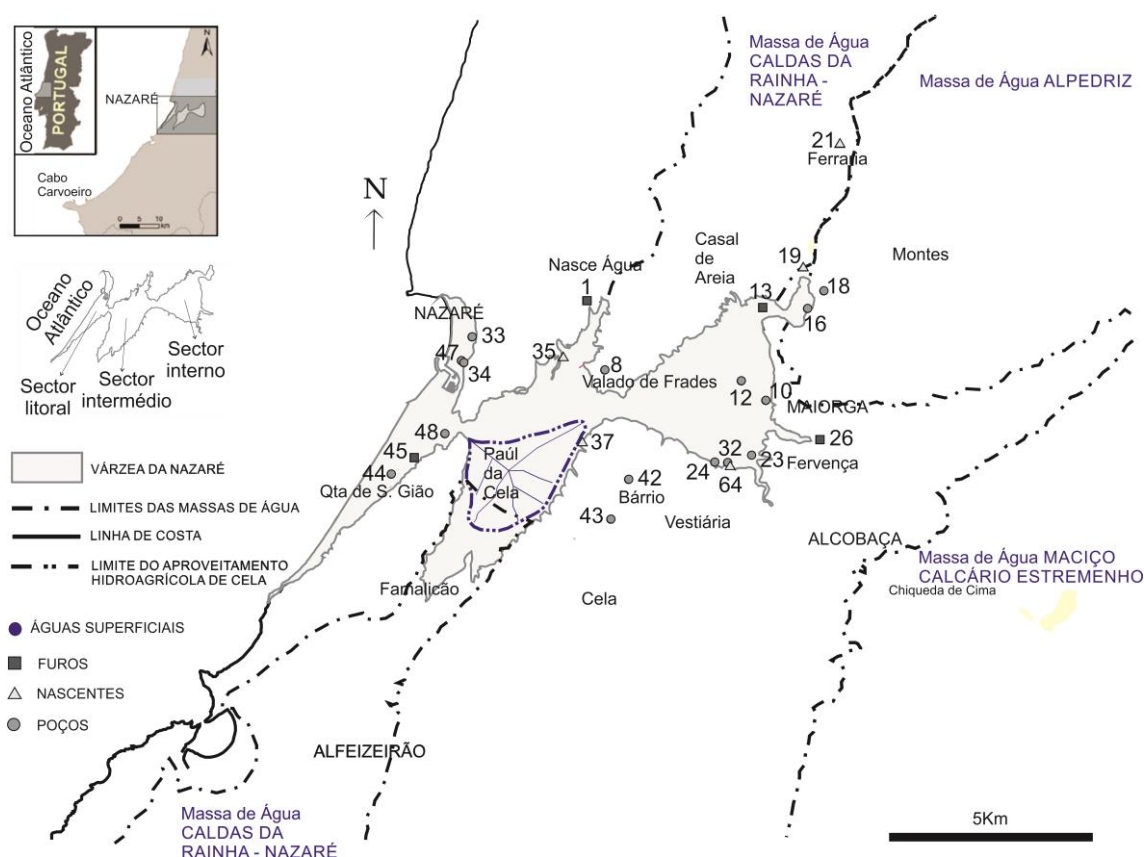


Figura 6.13 – Localização das 28 estações com duas e três colheitas de amostras de água

O motivo de não abranger as 92 captações de água recolhidas ficou a dever-se a: inacessibilidade ao local, dificuldades a nível do laboratório da Faculdade de Ciências e a demora em obter os resultados das análises dos laboratórios externos. Apenas seis locais foram alvo de uma terceira colheita para se obterem amostras de água recente para as análises isotópica e de metais, e para verificar se havia variação físico-química desde a última colheita conhecida. Várias amostras seleccionadas foram sujeitas a análises químicas em laboratórios exteriores, escolhidas pela sua localização e pelas características físico-químicas obtidas, embora em número limitado, por ser dispendiosa a obtenção dos seus resultados.

6.4.1 – Recursos hídricos superficiais de 2011 a 2013

Os recursos hídricos superficiais com mais de uma amostragem foram de cinco captações, pertencendo três a Valado dos Frades, uma a Fervença e uma ao Casal de Areia. (Consultar **Quadro 6.V** e **Fig. 6.13**).

Valado dos Frades

As amostras de água 36 retiradas de uma vala em Valado dos Frades em 31/05/2011 e em 02/03/2012 (amostra de água 36b) mostraram as seguintes diferenças:

- a fácies hidroquímica mudou de cloretada cálcica para cloretada sódico-cálcica;
- o pH alterou de fracamente ácido a neutro;

- a condutividade eléctrica aumentou de cerca de 439 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para cerca de 681 $\mu\text{S}/\text{cm}$,
- os sólidos dissolvidos totais (SDT) diminuíram de cerca de 242 mg/l para cerca de 206 mg/l,
- a dureza total diminuiu de cerca de 14 mg/l para cerca de 9 mg/l,
- a salinidade aumentou de cerca de 9‰ para cerca de 10‰,
- a amostra de água 36 apresentou concentração em selénio (Se) superior a uma água de consumo humano,
- a concentração dos iões cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), cloreto (Cl^-), nitrato (NO_3^-), fosfato (SO_4^{3-}) e de hidrogenocarbonato (HCO_3^-) diminuiu, mas aumentou a do ião sódio (Na^+) (Fig. 6.14).

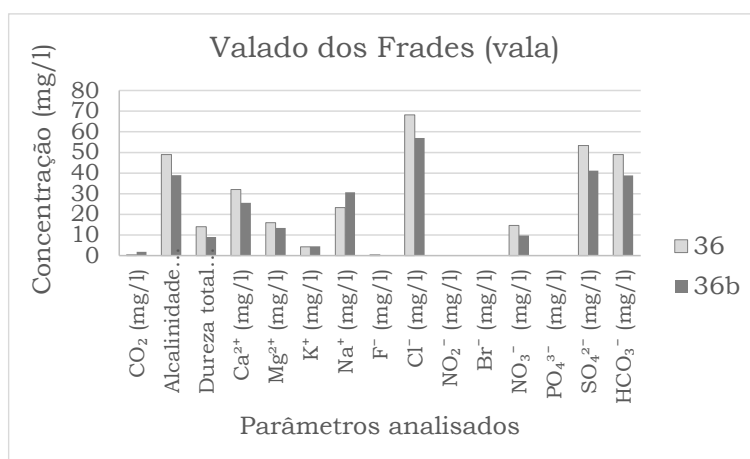


Figura 6.14 – Gráfico da composição química das amostras 36 e 36b

As análises revelaram ser uma água doce continental de origem da água universal, a qual esteve sujeita a salinização por rega agrícola e/ou a evaporação favorecida pelo clima. Na primeira colheita a amostra revelou fixação dos iões sódio (Na^+) e potássio (K^+) nas rochas aquíferas e libertação dos iões cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}), e na segunda colheita o processo inverso. É uma água que, segundo a classificação SAR, apresenta baixo perigo de alcalinização e médio perigo de salinização.

A amostra de água 36 revelou a presença de titânio (Ti), cromo (Cr), ferro (Fe), iodo (I) e samário (Sm) com valores superiores a uma água de rio padrão, níquel (Ni) com valor superior a uma água do mar padrão e selénio (Se) com valor superior a uma água da chuva padrão. (Reimann e Caritat, 1998).

As amostras de água 39 colhidas no rio de Águas Belas em 25/07/2011 e em 01/02/2013 (amostra de água 39b) revelaram as seguintes diferenças:

- a fácies hidroquímica passou de cloretada sódica para cloretada cálcica,
- o pH passou de neutro a fracamente básico,
- o tipo de ambiente alterou de próximo da água de transição entre água superficial e subterrânea para água de rio,
- a condutividade eléctrica aumentou de cerca de 368 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para cerca de 589 $\mu\text{S}/\text{cm}$,
- os sólidos dissolvidos totais (SDT) aumentaram de cerca de 210 mg/l para cerca de 300 mg/l,

- a dureza total aumentou de cerca de 6 mg/l para cerca de 14 mg/l,
- a salinidade diminuiu de cerca de 10‰ para cerca de 6‰,
- a amostra de água 39b apresentou iões fluoreto (F^-) e potássio (K^+) superiores a uma água de consumo humano,
- a amostra de água 39b passou a estar sobressaturada em fluorite,
- a concentração dos iões: cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), potássio (K^+), fluoreto (F^-), nitrato (NO_3^-), sulfato (SO_4^{2-}) e ião hidrogenocarbonato (HCO_3^-) aumentou, e a dos iões sódio (Na^+) e cloreto (Cl^-) diminuiu. (**Fig. 6.15**)

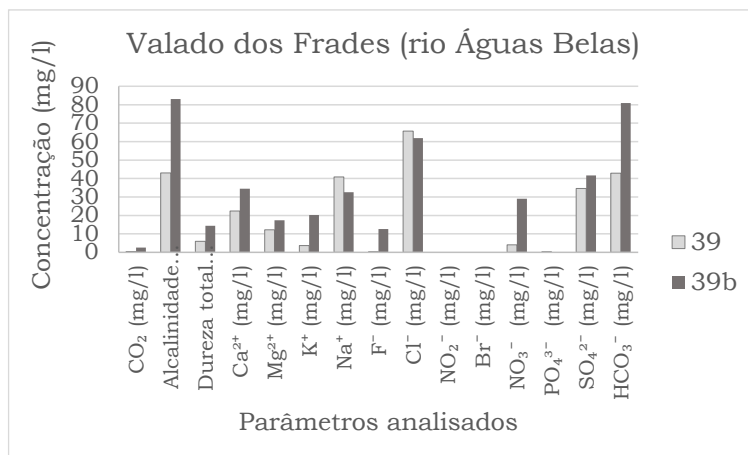


Figura 6.15 – Gráfico da composição química das amostras 39 e 39b

As análises revelaram ser águas doces continentais sujeitas a contaminação por produtos da actividade agrícola e por efluentes de pecuária, neste caso de suinicultura. É uma água que, segundo a classificação SAR, apresenta baixo perigo de alcalinização e médio perigo de salinização.

O rio de Areia em Valado dos Frades foi sujeito a três colheitas: a amostra de água 38, em 25/07/2011, a amostra de água 38b, em 02/03/2012, e a amostra de água 38c, em 01/02/2013. De 2011 para 2012, o rio de Areia, neste local, mostrou mudança de fácies hidroquímica de sulfatada cálcica para bicarbonatada cálcica, aumento da condutividade eléctrica de cerca de 498 $\mu S/cm$ para cerca de 794 $\mu S/cm$, diminuição dos sólidos dissolvidos totais (SDT) de cerca de 312 mg/l para cerca de 291 mg/l, da salinidade de cerca de 6‰ para cerca de 5‰ e da concentração do ião sulfato (SO_4^{2-}) de cerca de 86 mg/l para cerca de 60 mg/l. A amostra de água 38c, em 2013, comparando com a anterior (38b), em 2012, revelou novas alterações:

- o pH passou de neutro a fracamente básico,
- a condutividade eléctrica diminuiu de cerca de 794 $\mu S/cm$ para cerca de 568 $\mu S/cm$,
- os sólidos dissolvidos totais (SDT) aumentaram de cerca de 291 mg/l para cerca de 337 mg/l,
- a dureza total aumentou de cerca de 16 mg/l para cerca de 23 mg/l,
- a amostra de água 38 apresentou ião fluoreto (F^-) e manganês (Mn) superior a uma água de consumo humano,

- a amostra de água 38c revelou estar sobressaturada em calcite, aragonite e dolomite,
- a concentração dos iões: cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}) e hidrogenocarbonato (HCO_3^-) aumentou. (Fig. 6.16)

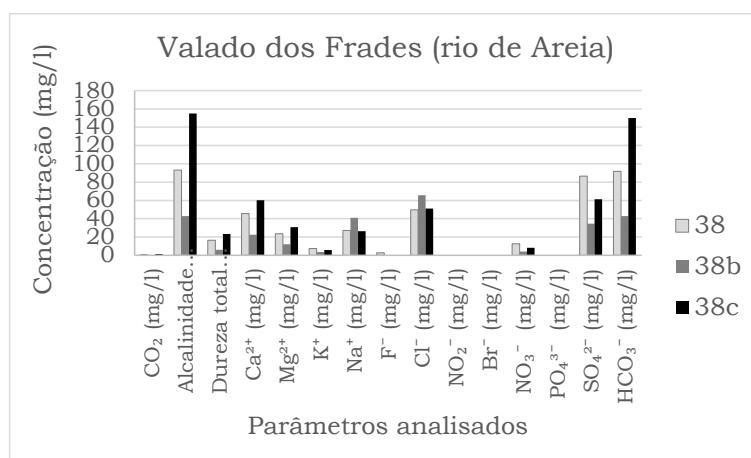


Figura 6.16 – Gráfico da composição química das amostras 38, 38b e 39c

As amostras de água do rio de Areia, em Valado dos Frades, revelaram ser uma água doce continental influenciada pela geologia (rochas carbonatadas, dolomíticas e/ou rochas serpentinizadas) e pelas actividades antrópicas. A água do rio de Areia na primeira colheita revelou ser de origem universal sujeita ao fenómeno de fixação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas em troca dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$) e à forte presença de actividade orgânica e de pesticidas [ião sulfato (SO_4^{2-}), ião fluoreto (F^-) e manganês (Mn)]. Na terceira colheita (38c) mostrou estar sobressaturada em calcite, aragonite e dolomite, sugerindo a presença de substâncias adsorvidas pelo carbonato, por exemplo, orgânicos (alto SDT). No entanto, tal como nas restantes colheitas do mesmo local do rio de Areia, apresentaram contaminação por indústrias de vidro, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos e/ou alimentar. Verifica-se que as concentrações dos parâmetros analisados oscilaram, o que significa que as descargas dos efluentes agrícolas e industriais não são contínuas no tempo. As amostras de água 38b e 38c revelaram estar também sujeitas ao fenómeno de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$). De acordo com a classificação SAR, são águas com baixo perigo de alcalinização e médio a alto perigo de salinização.

A amostra de água 38 apresentou manganês (Mn), iodo (I), samário (Sm) e tálio (Tl) com valores superiores a uma água de rio padrão, níquel (Ni) com valor superior a uma água do mar padrão e selénio (Se) com valor superior a uma água da chuva padrão. (Reimann e Caritat, 1998).

Fervença

Em Fervença colheram-se duas amostras de água do rio Alcobaça, a 25 em 30/05/2011 e a 25b em 25/07/2012, as quais revelaram a seguinte evolução:

- a fácies hidroquímica passou de bicarbonatada cálcica para bicarbonatada sódica,
- a condutividade eléctrica aumentou de cerca de 819 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para cerca de 980 $\mu\text{S}/\text{cm}$,

- os sólidos dissolvidos totais (SDT) diminuíram de cerca de 507 mg/l para cerca de 438 mg/l,
- a dureza total diminuiu de cerca de 30 mg/l para cerca de 22 mg/l,
- a salinidade aumentou de cerca de 6‰ para cerca de 8‰,
- a amostra de água 25 apresentou-se sobressaturada em calcite, aragonite e dolomite, e a 25b em equilíbrio com a calcite e a dolomite e subsaturada em aragonite,
- a amostra de água 25b apresentou ião nitrito (NO_2^-) superior a uma água de consumo humano,
- a concentração dos iões: cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), sulfato (SO_4^{2-}) e hidrogenocarbonato (HCO_3^-) diminuiu, e a dos iões sódio (Na^+), cloreto (Cl^-) e nitrato (NO_3^-) aumentou. (**Fig. 6.17**)

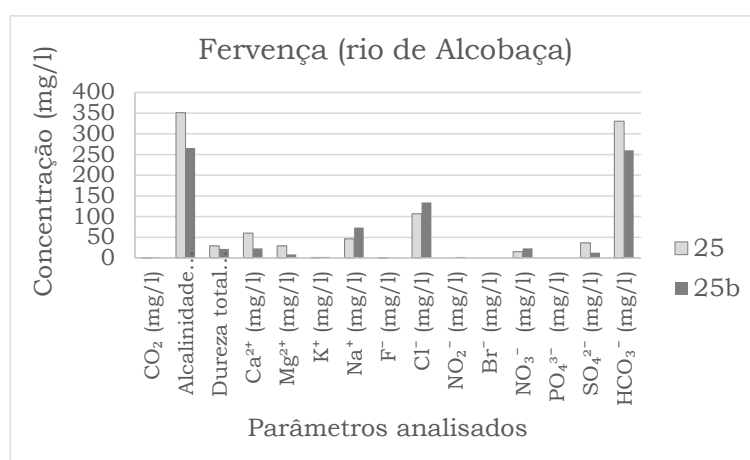


Figura 6.17 – Gráfico da composição química das amostras 25 e 25b

As amostras de água colhidas do rio Alcobaça, em Fervença, revelaram serem águas doces continentais sujeitas a lixiviação de evaporitos e a trocas entre os iões cálcio (Ca^{2+}) e sódio (Na^+). Na primeira colheita (25) verificou-se o fenómeno de fixação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas em troca dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$), e na segunda colheita (25b), o inverso. A amostra de água 25b revelou estar sujeita a contaminação agrícola e industrial [química, farmacêutica, pigmentação e estamparia têxtil, metalúrgica, de construção (como anticorrosivo para ferro e aço) e/ou alimentar]. A presença do ião nitrito (NO_2^-) na segunda colheita (25b) resulta de contaminação recente procedente de material orgânico vegetal ou animal, podendo vir do despejo de efluentes de pecuária e/ou de indústria alimentar próximos. A alta concentração em sólidos dissolvidos totais (SDT) na amostra de água 25, em relação à amostra 25b, pode ter sido a razão da sobressaturação em calcite, aragonite e dolomite. Ao diminuir, a amostra de água 25b passou a estar em equilíbrio com a calcite e a dolomite, e subsaturada em aragonite. São águas com baixo perigo de alcalinização e alto perigo de salinização.

Casal de Areia

No Casal de Areia analisou-se uma água da vala (40) em 25/07/2011, e em 17/10/2011 uma outra amostra de água 40b colhida pela Associação dos Agricultores de Alcobaça, após denúncia da ocorrência de águas poluídas que destruíram as culturas após a sua utilização na rega. As alterações que a água desta vala sofreu, devido a descargas ilegais de efluentes industriais e urbanos (Caroça, 2014^a), foram:

- a fácies hidroquímica mudou de bicarbonatada sódico-cálcica para bicarbonatada sódica,
- o tipo de ambiente mudou de transição entre água superficial e subterrânea para água de rio,
- a condutividade eléctrica aumentou de cerca de 460 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para cerca de 718 $\mu\text{S}/\text{cm}$,
- os sólidos dissolvidos totais (SDT) aumentaram de cerca de 299 mg/l para cerca de 467 mg/l,
- a dureza total aumentou de cerca de 8 mg/l para cerca de 15 mg/l,
- a salinidade diminuiu de cerca de 12‰ para cerca de 7‰,
- ambas apresentaram ião fluoreto (F^-) superior a uma água de consumo humano,
- a concentração dos iões: cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), potássio (K^+), sulfato (SO_4^{2-}) e hidrogenocarbonato (HCO_3^-) aumentou, e a dos iões sódio (Na^+) e cloreto (Cl^-) diminuiu. (**Fig. 6.18**)

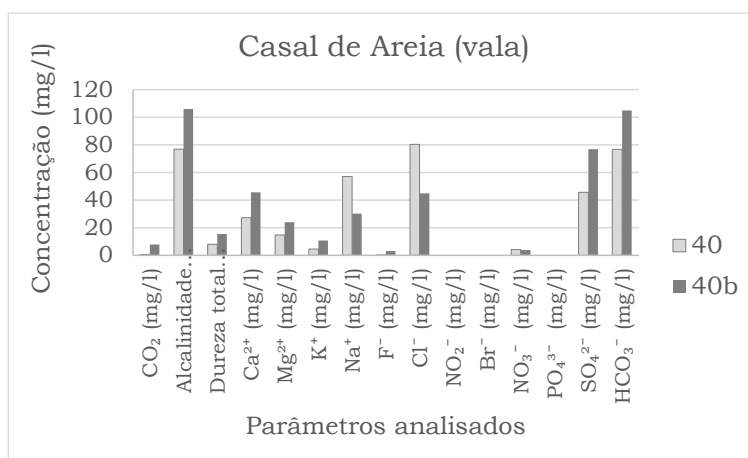


Figura 6.18 – Gráfico da composição química das amostras 40 e 40b

São águas doces continentais sujeitas ao fenómeno de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$) com possível influência de rochas carbonatadas. No entanto devido à vala se situar em zona arenosa, o enriquecimento em iões hidrogenocarbonato (HCO_3^-), sódio (Na^+) e cálcio (Ca^{2+}) deve-se aos produtos da actividade agrícola (fertilizantes, fungicidas e/ou insecticidas) e aos efluentes industriais (vidros, cerâmica, metalúrgica, baterias, tintas, curtimentos, detergentes, têxteis e/ou pirotecnia). A contaminação industrial na segunda colheita de água (40b) provocou a diminuição da salinidade e aumentou a condutividade eléctrica, os sólidos dissolvidos totais, a dureza e a concentração dos iões sulfato (SO_4^{2-}) e fluoreto (F^-). São águas com baixo perigo de alcalinização e médio perigo de salinização.

6.4.2 – Recursos hídricos subterrâneos de 2011 a 2013

Os recursos hídricos subterrâneos com mais de uma amostragem foram colhidos de cinco nascentes, de quatro furos e de 14 poços. (Consultar **Quadro 6.V** e **Fig. 6.13**).

Nasce Água

Em Nasce água colheram-se duas vezes água do furo 1, em 25/03/2011 e 02/03/2012 (amostra de água 1b). Verificou-se que:

- a condutividade eléctrica aumentou de cerca de 128 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para cerca de 434 $\mu\text{S}/\text{cm}$,
- os sólidos dissolvidos totais (SDT) diminuíram de cerca de 82 mg/l para cerca de 66 mg/l,
- a salinidade aumentou de cerca de 10‰ para cerca de 13‰,
- ambas apresentaram pH superior a uma água de consumo humano,
- a concentração dos iões: cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), nitrato (NO_3^-), sulfato (SO_4^{2-}) e hidrogenocarbonato (HCO_3^-) diminuiu. (**Fig. 6.19**)

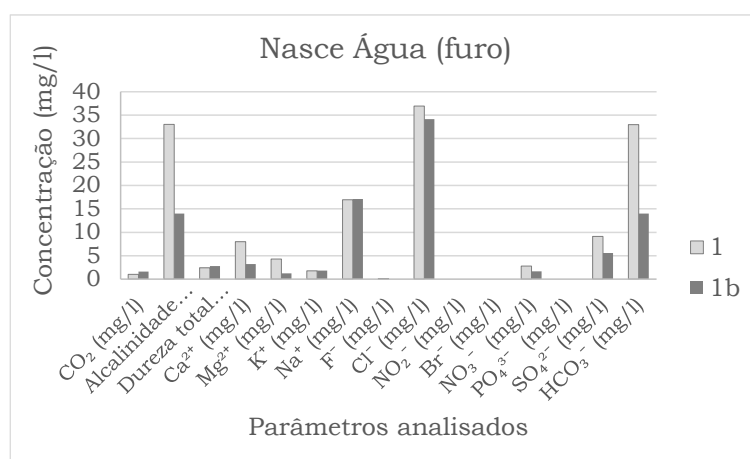


Figura 6.19 – Gráfico da composição química das amostras 1 e 1b

São águas doces continentais de fácies hidroquímica cloretada sódica, fracamente ácidas, oxidantes e sem ocorrência de trocas do ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+). Possivelmente estão a ser influenciadas por salinização devido à rega agrícola e/ou por dissolução de evaporitos, dolomitos e/ou rochas serpentinizadas. As águas revelaram contaminação pela actividade agrícola, detergentes, borracha e/ou aditivos de gasolina. De acordo com a classificação SAR, a primeira colheita (1) revelou ser uma água com baixo perigo de alcalinização e baixo perigo de salinização, e na segunda colheita (1b) uma água com baixo perigo de alcalinização e médio perigo de salinização.

A amostra de água 1 apresentou mercúrio (Hg) com valor superior a uma água de rio padrão e níquel (Ni) com valor superior a uma água do mar padrão. (Reimann e Caritat, 1998).

Valado dos Frades

A amostra de água 8, retirada de um poço em Valado dos Frades, em 25/03/2011 e em 02/03/2012 (amostra de água 8b), mostrou que:

- o pH passou de fracamente ácido a neutro,
- o tipo de ambiente água de chuva mudou para água de rio,
- a condutividade eléctrica aumentou de cerca de 1007 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para cerca de 1520 $\mu\text{S}/\text{cm}$,
- os sólidos dissolvidos totais (SDT) diminuíram de cerca de 889 mg/l para cerca de 795 mg/l,
- a dureza total aumentou de cerca de 45 mg/l para cerca de 46 mg/l,
- a amostra de água 8 apresentou pH, selénio (Se), bário (Ba), manganês (Mn) e iões potássio (K^+) e sódio (Na^+) superiores a uma água de consumo humano,
- a amostra de água 8b apresentou iões cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}) e potássio (K^+) superiores a uma água de consumo humano,
- a concentração dos iões analisados diminuiu, excepto para a do ião hidrogenocarbonato (HCO_3^-). (Fig. 6.20)

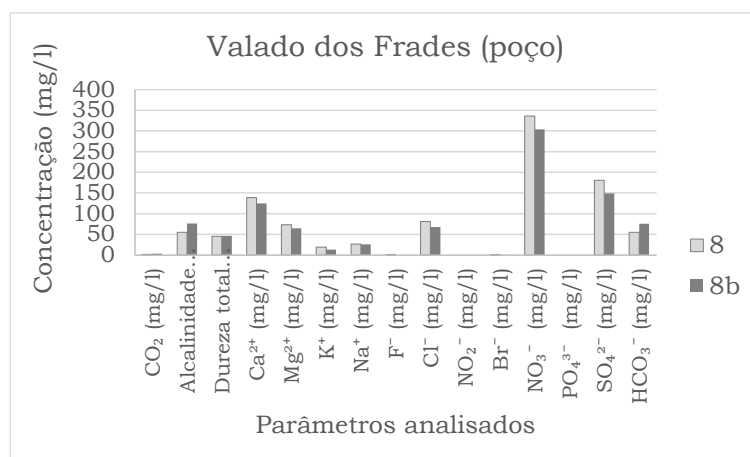


Figura 6.20 – Gráfico da composição química das amostras 8 e 8b

O poço 8, num terreno agrícola próximo da estrada da vila de Valado dos Frades, localiza-se na formação do Plio-plistocénico constituída por alternância de areias com bancadas finas de calcário gresoso. As amostras de água colhidas deste poço revelaram ser águas doces continentais de fácies hidroquímica sulfatada cálcica, oxidantes, fracamente ácida a neutra e sem ocorrência de trocas do ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+). Revelaram estar a ser influenciadas por salinização devido à rega agrícola e/ou por dissolução de dolomitos e/ou rochas serpentinizadas. A amostra de água da primeira colheita revelou ser uma água proveniente de um regime climático diferente do actual ou de alterações durante a infiltração até ao aquífero. São águas fortemente contaminadas pela actividade agrícola (fertilizantes, insecticidas e fungicidas). É de realçar a presença do ião nitrato (NO_3^-) com concentrações superiores a 300 mg/l nas duas amostras de água. A amostra de água 8b revelou ainda estar sujeita ao fenómeno de libertação dos iões

($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$). De acordo com a classificação SAR, são águas com baixo perigo de alcalinização e alto perigo de salinização.

A amostra de água 8 apresentou berílio (Be), manganês (Mn), cobalto (Co), gálio (Ga), ítrio (Y), iodo (I), bário (Ba), lantânio (La), cério (Ce), praseodímio (Pr), neodímio (Nd), samário (Sm), európio (Eu), gadolínio (Gd), térbio (Tb), disprósio (Dy), hólmio (Ho), érbio (Er), túlio (Tm), itérbio (Yb), lutécio (Lu), háfnio (Hf) e tálio (Tl) com valores superiores a uma água de rio padrão, níquel (Ni) com valor superior a uma água do mar padrão e selénio (Se) com valor superior a água da chuva padrão. (Reimann e Caritat, 1998).

A amostra de água 35, colhida de uma nascente em Valado dos Frades em 31/05/2011 e em 26/07/2012 (amostra de água 35b) revelou as seguintes alterações:

- a fácies hidroquímica passou de cloretada sódica para cloretada cálcico-magnésica,
- o tipo de ambiente entre água da chuva e água de rio passou para um ambiente próximo da transição entre a água superficial e a água subterrânea,
- a condutividade eléctrica aumentou de cerca de 320 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para cerca de 340 $\mu\text{S}/\text{cm}$,
- os sólidos dissolvidos totais (SDT) aumentou de cerca de 161 mg/l para cerca de 250 mg/l,
- a dureza total diminuiu de cerca de 8 mg/l para cerca de 6 mg/l,
- a salinidade diminuiu de cerca de 11‰ para cerca de 10‰,
- ambas apresentaram pH superior a uma água de consumo humano,
- a concentração dos iões: cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), potássio (K^+) e sódio (Na^+) aumentou, e a dos iões cloreto (Cl^-), nitrato (NO_3^-), sulfato (SO_4^{2-}) e hidrogenocarbonato (HCO_3^-) diminuiu. (**Fig. 6.21**)

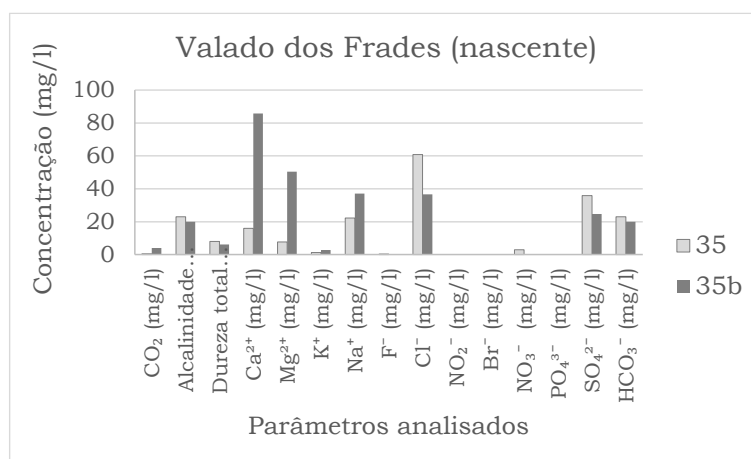


Figura 6.21 – Gráfico da composição química das amostras 35 e 35b

A nascente 35, entre o Pinhal e a exploração agrícola em areias do Quaternário, dista do poço 8 cerca de 1075 m. As amostras de água colhidas da nascente revelaram ser águas doces continentais, fracamente ácidas, oxidantes e sem ocorrência de trocas do ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+). A presença de fácies hidroquímica cloretada sódica na amostra de água 35 indica circulação lenta em terrenos

inicialmente marinhos e/ou dissolução de dolomitos e/ou de rochas serpentinizadas. A amostra de água 35b, proveniente de um regime climático diferente do actual ou de alterações durante a infiltração até ao aquífero, apresentou uma fácies hidroquímica cloretada cálcico-magnésica sugerindo contaminação agrícola. Nesta amostra de água ocorreu o fenómeno de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$). O local da nascente (35b) tinha sido entretanto transformado num pequeno lago de paredes de terra para acumulação de água para rega. Nele apresentava imensa vegetação e aves aquáticas. De acordo com a classificação SAR, são águas com baixo perigo de alcalinização e médio perigo de salinização.

A amostra de água 35b não apresentou elementos químicos com valores superiores às águas padrão de Reimann e Caritat (1998).

Maiorga

A amostra de água 10, de um poço em Maiorga, colhida a 25/03/2011 e a 02/03/2012 (amostra de água 10b) apresentou as seguintes alterações:

- a condutividade eléctrica aumentou de cerca de 841 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para cerca de 1265 $\mu\text{S}/\text{cm}$,
- os sólidos dissolvidos totais (SDT) diminuíram de cerca de 411 mg/l para cerca de 396 mg/l,
- a salinidade diminui de cerca de 6‰ para cerca de 5‰,
- a amostra de água 10 apresentou selénio (Se), manganês (Mn), bário (Ba), lítio (Li) e ião potássio (K^+) superior a uma água de consumo humano,
- a amostra de água 10b apresentou a fase mineral calcite em equilíbrio,
- a concentração dos iões: sódio (Na^+) e hidrogenocarbonato (HCO_3^-) aumentou e a dos restantes diminuiu muito pouco. (**Fig. 6.22**)

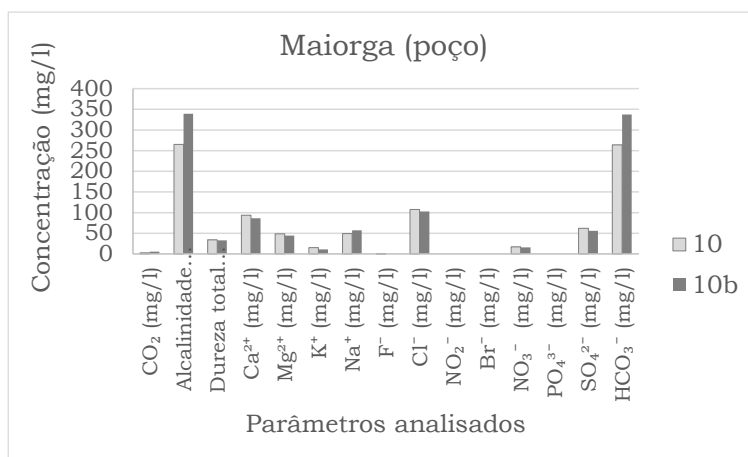


Figura 6.22 – Gráfico da composição química das amostras 10 e 10b

São águas doces continentais de fácies hidroquímica bicarbonatada cálcica, neutras, oxidantes e sem ocorrência de trocas do ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+). Embora o poço se situe entre as formações de areias do Quaternário e os calcários mais ou menos margosos da formação «Camadas de

Alcobaça» do Jurássico superior, as águas revelaram possível influência de dissolução de dolomitos e/ou de rochas serpentinizadas. A amostra de água da primeira colheita revelou ser uma água proveniente de um regime climático diferente do actual ou de alterações durante a infiltração até ao aquífero. As águas apresentaram contaminação por fertilizantes e/ou por efluentes industriais de vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos e/ou alimentar. De acordo com a classificação SAR, são águas com baixo perigo de alcalinização e alto perigo de salinização.

A amostra de água 10 apresentou manganês (Mn), cobalto (Co), bário (Ba), érbio (Er) e tálio (Tl) com valores superiores a uma água de rio padrão, níquel (Ni) com valor superior a uma água do mar padrão e selénio (Se) com valor superior a uma água da chuva padrão. (Reimann e Caritat, 1998).

A amostra de água 12, de um poço em Maiorga, colhida a 30/03/2011 e a 02/03/2012 (amostra de água 12b), apresentou as seguintes alterações:

- a fácies hidroquímica mudou de cloretada cálcica para bicarbonatada cálcica,
- o Eh revelou ter deixado de ser um ambiente redutor para ser oxidante,
- o tipo de ambiente próximo da transição entre água superficial e água subterrânea passou para um ambiente de água de rio,
- a condutividade eléctrica aumentou de cerca de 512 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para cerca de 859 $\mu\text{S}/\text{cm}$,
- os sólidos dissolvidos totais (SDT) diminuíram de cerca de 28 mg/l para cerca de 20 mg/l,
- a dureza total diminuiu de cerca de 28 mg/l para cerca de 20 mg/l,
- a salinidade diminuiu de cerca de 6‰ para cerca de 5‰,
- a amostra de água 12 apresentou ferro (Fe) e manganês (Mn) superior a uma água de consumo humano,
- a concentração dos iões diminuiu, excepto para o hidrogenocarbonato (HCO_3^-). (**Fig. 6.23**).

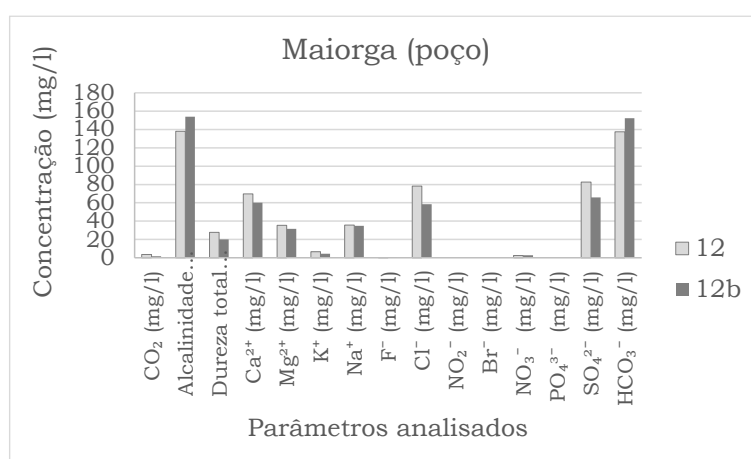


Figura 6.23 – Gráfico da composição química das amostras 12 e 12b

O poço 12, a cerca de 800 m do poço 10, também entre as formações de areias do Quaternário e os calcários mais ou menos margosos da formação «Camadas de Alcobaça» do Jurássico superior,

apresentou águas doces continentais com possível influência de rochas dolomíticas e/ou rochas serpentinizadas e sem existência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+). A amostra de água 12 de fácies hidroquímica cloretada cálcica revelou estar sujeita a evaporação seguida de infiltração e a trocas isotópicas com as rochas do aquífero. Esta amostra de água apresentou cor amarela e um potencial redox negativo, ambiente redutor. A amostra de água 12b, de fácies hidroquímica bicarbonatada cálcica, com cor castanha, potencial redox positivo (ambiente oxidante), revelou estar sujeita ao fenómeno de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$). Ambas as amostras de água indicaram contaminação por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos e/ou alimentar). De acordo com a classificação SAR, são águas com baixo perigo de alcalinização e médio a alto perigo de salinização.

A amostra de água 12 apresentou manganês (Mn), ferro (Fe), cobalto (Co), cobre (Cu), iodo (I), bário (Ba) e tálio (Tl) com valores superiores a uma água de rio padrão e níquel (Ni) com valor superior a uma água do mar padrão. (Reimann e Caritat, 1998)

O poço 12 encontra-se vedado com motor de extração e a amostra de água foi colhida por intermédio de uma canalização com torneira, sem se ter acesso ao seu interior para observações e medidas do nível freático e de profundidade do poço. Próximo, cerca de 50 m, encontra-se um picadeiro.

Casal de Areia

No Casal de Areia analisou-se a água de um furo, cuja profundidade é desconhecida (não se encontrou o relatório geotécnico da perfuração), em 30/03/2011 (amostra de água 13) e em 25/07/2012 (amostra de água 13b). As diferenças foram:

- o tipo de ambiente entre água de mina e de chuva passou para um ambiente de água de mina,
- a condutividade eléctrica aumentou de cerca de 513 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para cerca de 1269 $\mu\text{S}/\text{cm}$,
- os sólidos dissolvidos totais (SDT) aumentaram de cerca de 334 mg/l para cerca de 825 mg/l,
- a dureza total aumentou de cerca de 18 mg/l para cerca de 53 mg/l,
- a salinidade diminuiu de cerca de 2‰ para cerca de 0,1‰,
- as duas amostras de água apresentaram pH e iões fluoreto (F^-) e potássio (K^+) superiores a uma água de consumo humano, mas a amostra de água 13 apresentou também ião sulfato (SO_4^{2-}),
- as duas amostras de água revelaram sobressaturação na fase mineral fluorite,
- a concentração dos iões: potássio (K^+) e fluoreto (F^-) aumentou, e a dos iões sulfato (SO_4^{2-}) e cloreto (Cl^-) diminuiu muito, comparativamente com os outros iões. (**Fig. 6.24**)

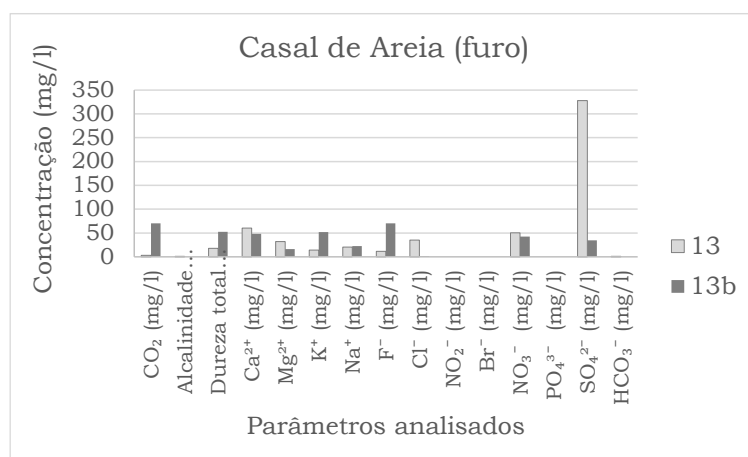


Figura 6.24 – Gráfico da composição química das amostras 13 e 13b

São águas doces continentais, ácidas, oxidantes, de fácies hidroquímica sulfatada cálcica, sem existência de troca de ião cálcio (Ca²⁺) pelo ião sódio (Na⁺) e fortemente contaminadas pelos produtos da actividade agrícola (fertilizantes) e industriais de vidro, da cerâmica, da metalúrgica, dos têxteis, dos plásticos e/ou dos curtumes. O furo 13 (sem conhecimento dos dados geotécnicos) localiza-se entre areias do Quaternário e alternância de areias com bancadas finas de calcário gresoso do Plio-Plistocénico Indiferenciado, próximo (cerca de 750 m a sul) da indústria do vidro. A amostra de água 13b revelou ser de origem da água universal e estar sujeita ao fenómeno de libertação dos iões (Na⁺ + K⁺) nas rochas aquíferas e fixação dos iões (Ca²⁺ + Mg²⁺). De acordo com a classificação SAR, são águas com baixo perigo de alcalinização e médio a alto perigo de salinização.

Montes

A amostra de água 16 do poço em Montes foi colhida a 30/03/2011 e a segunda colheita a 25/07/2012 (amostra de água 16b). Estas águas revelaram a seguinte evolução:

- o pH mudou de fracamente ácido a ácido,
- o tipo de ambiente água da chuva mudou para um ambiente de transição entre água superficial e subterrânea,
- a condutividade eléctrica aumentou de cerca de 178 µS/cm para cerca de 405 µS/cm,
- os sólidos dissolvidos totais (SDT) diminuíram de cerca de 119 mg/l para cerca de 95 mg/l,
- a dureza total diminuiu de cerca de 4 mg/l para cerca de 3 mg/l,
- a salinidade aumentou de cerca de 8‰ para cerca de 12‰,
- as duas amostras de água apresentaram pH superior a uma água de consumo humano,
- a amostra de água 16b apresentou níquel (Ni), selénio (Se), alumínio (Al), manganês (Mn) e lítio (Li) superior a uma água de consumo humano,
- a concentração dos iões detectados diminuiu. (**Fig. 6.25**)

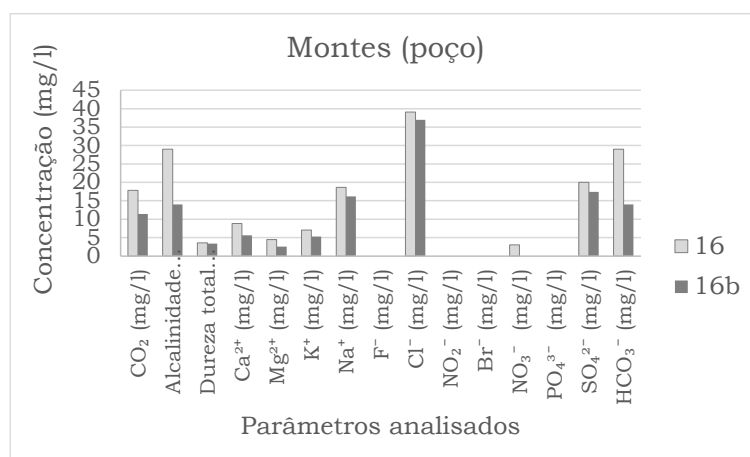


Figura 6.25 – Gráfico da composição química das amostras 16 e 16b

São águas doces continentais, de fácies hidroquímica cloretada sódica, fracamente ácida a ácida, oxidantes, sem ocorrência de trocas do ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+) e influenciadas por rochas evaporíticas, dolomíticas e/ou rochas serpentinizadas. No entanto, o poço 16 localiza-se nos calcários do Cretácico em zona de intensa actividade agrícola, cuja contaminação foi detectada na segunda colheita de água (16b). A primeira colheita de água (16) deu-se na altura do amanho das terras para novas culturas. A alta salinização deve-se não só à evaporação, devido ao clima seco, como também à infiltração das águas excedentes da rega. A amostra de água 16b revelou estar sujeita ao fenómeno de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$). De acordo com a classificação SAR, são águas com baixo perigo de alcalinização e alto perigo de salinização.

A amostra de água 16b apresentou alumínio (Al), escândio (Sc), cromo (Cr), manganês (Mn), cobalto (Co), gálio (Ga), germânio (Ge), ítrio (Y), lantânio (La), cério (Ce), praseodímio (Pr), neodímio (Nd), samário (Sm), európio (Eu), gadolínio (Gd), térbio (Tb), disprósio (Dy), hólmio (Ho), érbio (Er), túlio (Tm), itérbio (Yb), lutécio (Lu), háfnio (Hf) e tálio (Tl) com valores superiores a uma água de rio padrão, níquel (Ni), rubídio (Rb), cádmio (Cd) e cério (Cs) com valores superiores a uma água do mar padrão, selénio (Se) com valor superior a uma água da chuva padrão, e berílio (Be) e zinco (Zn) com valores superiores a uma água da chuva poluída padrão. (Reimann e Caritat, 1998).

As amostras de água 18 e 18b, do poço em Montes, colhidas a 30/03/2011 e a 02/03/2012, revelaram as seguintes alterações:

- o pH passou de fracamente ácido a ácido,
- a condutividade eléctrica aumentou de cerca de 374 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para cerca de 950 $\mu\text{S}/\text{cm}$,
- os sólidos dissolvidos totais (SDT) aumentou de cerca de 278 mg/l para cerca de 501 mg/l,
- a dureza total aumentou de cerca de 18 mg/l para cerca de 30 mg/l,
- a salinidade diminuiu de cerca de 3‰ para cerca de 2‰,
- a amostra de água 18 apresentou arsénio (As) superior a uma água de consumo humano,
- a amostra de água 18b apresentou iões nitrato (NO_3^-), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}) e potássio (K^+) superiores a uma água de consumo humano,

– a amostra de água 18b revelou estar sobressaturada em aragonite, calcite, dolomite e hidroxiapatite,

– a concentração dos iões detectados aumentou, principalmente para os iões nitrato (NO_3^-) e sulfato (SO_4^{2-}). (Fig. 6.26)

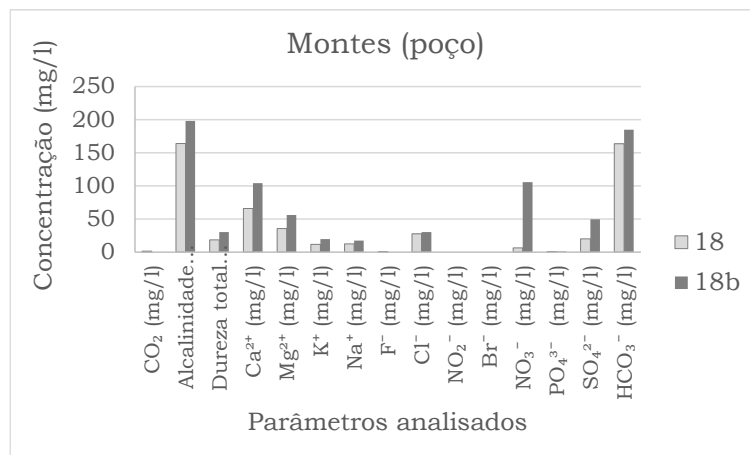


Figura 6.26 – Gráfico da composição química das amostras 18 e 18b

O poço 18, também situado em calcários do Cretácico, a norte do poço 16, a uma distância de cerca de 600 m, apresentou águas com características diferentes. As amostras de água 18 e 18b revelaram ser águas doces, continentais, de fácies hidroquímica bicarbonatada cálcica, neutra a fracamente básica, oxidantes e sem ocorrência de trocas do ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+). A amostra de água 18 revelou ser proveniente da água da chuva local analisada. Embora a interpretação dos dados tenha sugerido a possível influência de lixiviação de dolomitos, evaporitos e/ou rochas serpentinizadas, o aumento da condutividade eléctrica, dos sólidos dissolvidos totais e dos iões nitrato (NO_3^-), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), potássio (K^+) e sulfato (SO_4^{2-}) indica ser devido a forte contaminação agrícola (fertilizantes) e/ou de indústrias (cerâmica, têxtil (corante), metalúrgica, baterias, borracha, plásticos e/ou papel), detectada principalmente na segunda colheita (18b). A amostra de água 18b revelou estar sobressaturada em aragonite, calcite, dolomite e hidroxiapatite, e sujeita ao fenómeno de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$). As duas colheitas foram realizadas durante o mês de amanho das terras para novas culturas, mas em anos diferentes. É de realçar a concentração em ião nitrato (NO_3^-) superior a 100 mg/l, na segunda colheita de água (18b). De acordo com a classificação SAR, são águas com baixo perigo de alcalinização e médio a alto perigo de salinização.

A amostra de água 18 apresentou manganês (Mn), cobre (Cu), arsénio (As), iodo (I), samário (Sm) e tálio (Tl) com valores superiores a uma água de rio padrão, níquel (Ni) e antimónio (Sb) com valores superiores a uma água do mar padrão e ferro (Fe) com valor superior a uma água da chuva poluída padrão. (Reimann e Caritat, 1998).

Ainda em Montes, colheram-se duas amostras de água de uma nascente, a 19 e a 19b, em 30/03/2011 e 25/07/2012, respectivamente. As diferenças foram:

– o pH mudou de fracamente ácido a ácido,

- a condutividade eléctrica aumentou de cerca de 237 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para cerca de 346 $\mu\text{S}/\text{cm}$,
- os sólidos dissolvidos totais (SDT) diminuíram de cerca de 148 mg/l para cerca de 115 mg/l,
- a dureza total aumentou de cerca de 4 mg/l para cerca de 5 mg/l,
- a salinidade diminuiu de cerca de 11‰ para cerca de 10‰,
- as duas amostras de águas apresentaram pH superior a uma água de consumo humano,
- a concentração dos iões: cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), nitrato (NO_3^-) e hidrogenocarbonato (HCO_3^-) aumentou, e a dos iões potássio (K^+), sódio (Na^+), cloreto (Cl^-) e sulfato (SO_4^{2-}) diminuiu. (**Fig. 6.27**)

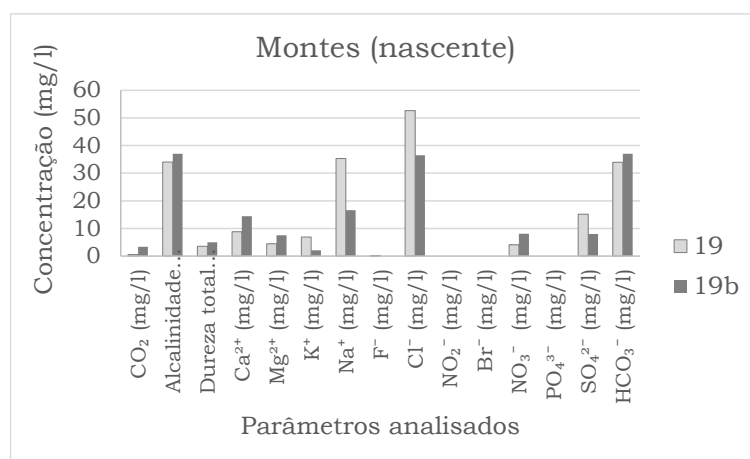


Figura 6.27 – Gráfico da composição química das amostras 19 e 19b

A nascente 19 dista do poço 18 cerca de 725 m. As amostras de água colhidas na nascente revelaram ser águas doces continentais, oxidantes e sem ocorrência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+). A primeira colheita de água (19) revelou ser fracamente ácida e de fácies hidroquímica cloretada sódica. A segunda colheita (19b) revelou ser ácida, de fácies hidroquímica cloretada sódico-cálcica, proveniente de um regime climático diferente ou de alterações durante a infiltração até ao aquífero e sujeita ao fenómeno de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$). Embora a nascente se situe entre as areias do Quaternário e a alternância de areias com bancadas finas de calcário gresoso do Plio-Plistocénico indiferenciado, a presença de águas cloretadas sódicas poderá ser devida a estes depósitos serem de origem marinha ou ser devido a lixiviação de dolomitos, evaporitos e/ou rochas serpentinizadas. Ambas as amostras de água apresentam contaminação agrícola (nascente no meio de um campo agrícola) por fertilizantes, em especial na segunda colheita de água (19b). A primeira colheita de água deu-se na altura do amanho das terras para novas culturas. De acordo com a classificação SAR, são águas com baixo perigo de alcalinização e baixo a médio perigo de salinização.

A amostra de água 19b apresentou samário (Sm) com valor superior a uma água de rio padrão. (Reimann e Caritat, 1998).

Ferraria

Em Ferraria, analisou-se três vezes uma nascente. A amostra de água 21, a 30/03/2011, a amostra de água 21b, a 02/03/2012 e a amostra de água 21c a 25/07/2012. Da primeira para a segunda colheita detectaram-se as seguintes alterações:

- a fácies hidroquímica passou de cloretada cálcica para bicarbonatada cálcica,
- o pH mudou de fracamente ácido a neutro,
- a condutividade eléctrica aumentou de cerca de 229 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para cerca de 485 $\mu\text{S}/\text{cm}$,
- os sólidos dissolvidos totais (SDT) aumentaram de cerca de 155 mg/l para cerca de 158 mg/l,
- a dureza total aumentou de cerca de 8 mg/l para cerca de 10 mg/l,
- a salinidade diminuiu de cerca de 7‰ para cerca de 6‰,
- a concentração dos iões cloreto (Cl^-) e sulfato (SO_4^{2-}) diminuiu e a do hidrogenocarbonato (HCO_3^-) e do cálcio (Ca^{2+}) aumentou. (**Fig. 6.28**)

Da segunda colheita para a terceira colheita, ocorreram outras alterações:

- o pH passou novamente de neutro a fracamente ácido,
- a condutividade eléctrica diminuiu de cerca de 485 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para cerca de 332 $\mu\text{S}/\text{cm}$,
- os sólidos dissolvidos totais (SDT) aumentaram de cerca de 158 mg/l para cerca de 162 mg/l,
- a dureza total diminuiu de cerca de 10 mg/l para cerca de 9 mg/l,
- a salinidade diminuiu de cerca de 6‰ para cerca de 5‰,
- a amostra de água 21c apresentou pH superior a uma água de consumo humano,
- a concentração dos iões nitrato (NO_3^-) e hidrogenocarbonato (HCO_3^-) aumentou, e a do cálcio (Ca^{2+}), do magnésio (Mg^{2+}), do cloreto (Cl^-) e do sulfato (SO_4^{2-}) diminuiu. (**Fig. 6.28**)

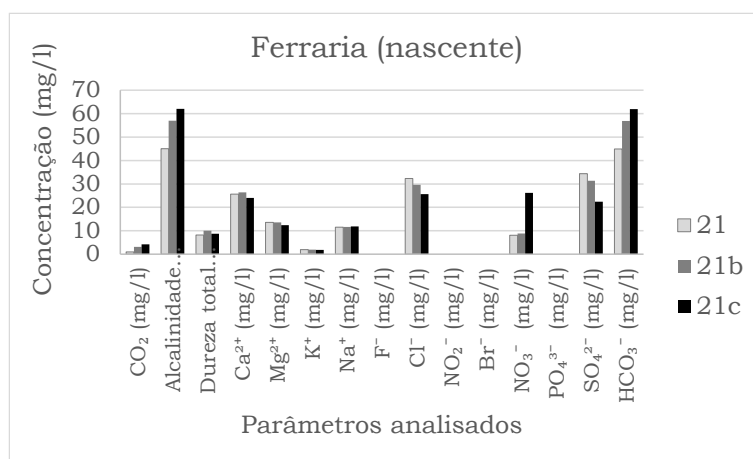


Figura 6.28 – Gráfico da composição química das amostras 21, 21b e 21c

A nascente 21 ocorre entre areias do Quaternário e alternância de areias com bancadas finas de calcário gresoso do Plio-Plistocénico Indiferenciado, numa zona rebaixada rodeada por terrenos agrícolas, e dista a norte cerca de 400 m da nascente 19. As águas colhidas na nascente 21 revelaram ser águas doces,

continentais, oxidantes, sem ocorrência de trocas do ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+) e com o valor de pH a oscilar entre fracamente ácido a neutro. A fácies hidroquímica mudou de cloretada cálcica para bicarbonatada cálcica, mantendo-se na terceira colheita (21c). A amostra de água 21c revelou ser proveniente da chuva local analisada (amostra de água 56: bicarbonatada cálcica, neutra). As duas últimas análises (21b e 21c) apresentaram o fenómeno de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$). A composição química poderá ser resultante da influência de calcários, dolomitos e/ou rochas com serpentina, e/ou da contaminação agrícola (fertilizantes), sendo a contaminação mais visível na terceira colheita (21c). As amostras de água 21 e 21b foram colhidas com um ano de diferença e na altura do amanho das terras para cultura. De acordo com a classificação SAR, são águas com baixo perigo de alcalinização e baixo a médio perigo de salinização.

A amostra de água 21 apresentou lantânio (La), praseodímio (Pr), neodímio (Nd), samário (Sm), európio (Eu), gadolínio (Gd), térbio (Tb), disprósio (Dy), hólmio (Ho) e érbio (Er) com valores superiores a uma água de rio padrão. (Reimann e Caritat, 1998).

Fervença

A amostra de água 24, do poço em Fervença, foi colhida a 30/05/2011, e a segunda colheita a 25/07/2012 (amostra de água 24b). Estas águas revelaram a seguinte evolução:

- o Eh passou de oxidante a redutor,
- o ambiente passou de rio a ambiente de transição entre a água superficial e a subterrânea,
- a condutividade eléctrica aumentou de cerca de 1464 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para cerca de 2317 $\mu\text{S}/\text{cm}$,
- os sólidos dissolvidos totais (SDT) aumentaram de cerca de 958 mg/l para cerca de 966 mg/l,
- a dureza total aumentou de cerca de 42 mg/l para cerca de 56 mg/l,
- a salinidade aumentou de cerca de 7‰ para cerca de 8‰,
- a amostra de água 24 revelou concentração superior a uma água de consumo humano em ião cloreto (Cl^-), manganês (Mn) e selénio (Se),
- a amostra de água 24b revelou concentração superior a uma água de consumo humano em ião cloreto (Cl^-), ião cálcio (Ca^{2+}), ião magnésio (Mg^{2+}) e condutividade eléctrica,
- as duas amostras revelaram estar em equilíbrio com a fase mineral aragonite, e sobressaturada na fase mineral calcite e dolomite,
- a concentração do ião sulfato (SO_4^{2-}) diminuiu na segunda colheita. (**Fig. 6.29**)

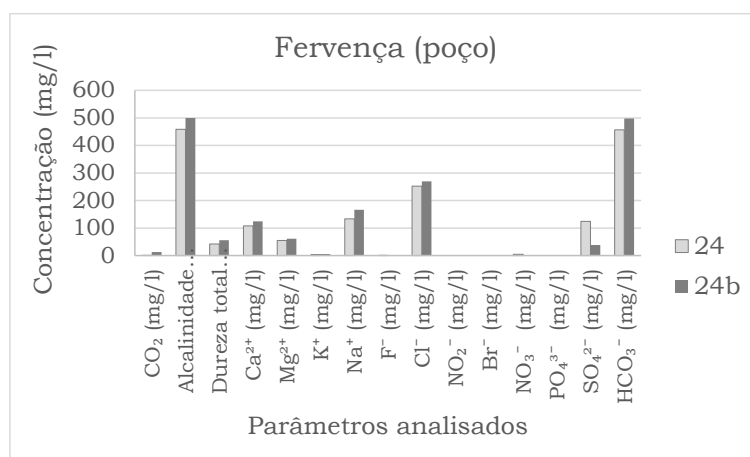


Figura 6.29 – Gráfico da composição química das amostras 24 e 24b

São águas doces, continentais, neutras, de temperatura morna (entre 18°C e 25°C), sem ocorrência de troca do ião cálcio (Ca²⁺) pelo ião sódio (Na⁺), sujeitas a lixiviação de evaporitos e a contaminação agrícola e industrial (cerâmica e têxtil). Na primeira colheita de água (24), a fácies hidroquímica foi bicarbonatada sódico-cálcica num ambiente oxidante, e na segunda colheita (24b), bicarbonatada sódica num ambiente redutor. O ambiente redutor indica que não existe oxigénio dissolvido na água devido à degradação da matéria orgânica pelos microorganismos, diminuindo a quantidade de ião nitrato (NO₃⁻) e posteriormente a do ião sulfato (SO₄²⁻). A amostra de água 24b revelou ser proveniente de um regime climático diferente do actual e estar sujeita ao fenómeno de libertação dos iões (Na⁺ + K⁺) nas rochas aquíferas e fixação dos iões (Ca²⁺ + Mg²⁺). A sobressaturação em calcite e em dolomite é devida à proximidade dos evaporitos e/ou à presença de contaminantes. O poço localiza-se entre as areias do Quaternário e as «Margas e Calcários de Dagorda» do Jurássico inferior. De acordo com a classificação SAR, são águas com baixo perigo de alcalinização e alto a muito alto perigo de salinização.

A amostra de água 24 apresentou manganês (Mn) e cobalto (Co) com valores superiores a uma água de rio padrão, níquel (Ni) com valor superior a uma água do mar padrão e selénio (Se) com valor superior a uma água da chuva padrão. (Reimann e Caritat, 1998).

A amostra de água 64, do poço em Fervença, foi colhida a 24/02/2012 e a segunda colheita a 25/07/2012 (amostra de água 64b). Estas águas revelaram a seguinte evolução:

- a condutividade eléctrica diminuiu de cerca de 4196 µS/cm para cerca de 4026 µS/cm,
- os sólidos dissolvidos totais (SDT) diminuíram de cerca de 2396 mg/l para cerca de 2273 mg/l,
- a dureza total diminuiu de cerca de 43 mg/l para cerca de 31 mg/l,
- a salinidade diminuiu de cerca de 13‰ para cerca de 12‰,
- a amostra de água 64 apresentou equilíbrio com a fase mineral aragonite e sobressaturada com as fases minerais calcite e dolomite,
- a amostra de água 64b apresentou equilíbrio com a fase mineral fluorite,

- a amostra de água 64 revelou concentração superior a uma água de consumo humano em condutividade eléctrica, ião cálcio (Ca^{2+}), ião cloreto (Cl^-), ião magnésio (Mg^{2+}), ião sulfato (SO_4^{2-}) e ião sódio (Na^+),
- a amostra de água 64b revelou concentração superior a uma água de consumo humano em condutividade eléctrica, ião cloreto (Cl^-), ião fluoreto (F^-), ião sulfato (SO_4^{2-}), ião sódio (Na^+), ião potássio (K^+) e selénio (Se),
- o ião sódio (Na^+) aumentou, o ião cloreto (Cl^-) diminuiu e manteve os iões hidrogenocarbonato (HCO_3^-) e sulfato (SO_4^{2-}). (**Fig. 6.30**)

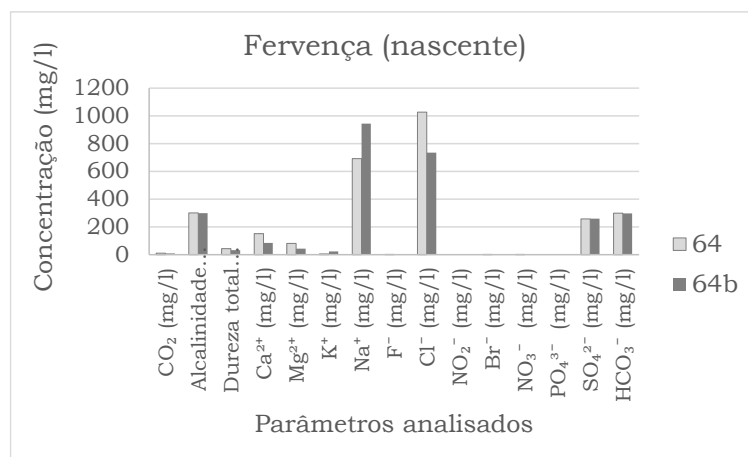


Figura 6.30 – Gráfico da composição química das amostras 64 e 64b

A nascente 64 dista do poço 24 cerca de 350 m, e localiza-se na falha e entre as formações «Margas e Calcários de Dagorda» do Jurássico inferior e «Camadas de Alcobaça» do Jurássico superior. As águas colhidas na nascente revelaram ser águas doces, continentais, termiais, neutras, oxidantes, de temperatura moderadamente quente (entre 25°C e 37°C), de fácies hidroquímica cloretada sódica, sem ocorrência de troca do ião cálcio (Ca^{2+}) pelo do ião sódio (Na^+) e sujeitas a lixiviação de evaporitos. As amostras de água revelaram alguma contaminação agrícola: insecticidas na primeira colheita (64) e fertilizantes sem ião nitrato (NO_3^-) na segunda colheita (64b). A amostra de água 64b revelou estar sujeita ao fenómeno de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$). De acordo com a classificação SAR, são águas com muito alto perigo de alcalinização e muito alto perigo de salinização, impróprias para rega agrícola.

A amostra de água 64b apresentou manganês (Mn), ferro (Fe) e enxofre (S) com valores superiores a uma água de rio padrão e fósforo (P) com valor superior a uma água padrão do mar. (Reimann e Caritat, 1998).

Alcobaça

A amostra de água 26, do furo em Alcobaça, foi colhida a 30/05/2011 e a segunda colheita a 25/07/2012 (amostra de água 26b). Estas águas revelaram a seguinte evolução:

- a fácies hidroquímica passou de cloretada sódica a bicarbonatada cálcica,

- a condutividade eléctrica aumentou de cerca de 782 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para cerca de 908 $\mu\text{S}/\text{cm}$,
- os sólidos dissolvidos totais (SDT) diminuíram de cerca de 499 mg/l para cerca de 450 mg/l,
- a dureza total diminuiu de cerca de 27 mg/l para cerca de 26 mg/l,
- a salinidade diminuiu de cerca de 9‰ para cerca de 7‰,
- a amostra de água 26 revelou concentração superior a uma água de consumo humano em ião brometo (Br^-) e a amostra de água 26b em ião magnésio (Mg^{2+}),
- aumentaram os iões cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) e diminuíram os iões sódio (Na^+) e cloreto (Cl^-). (**Fig. 6.31**)

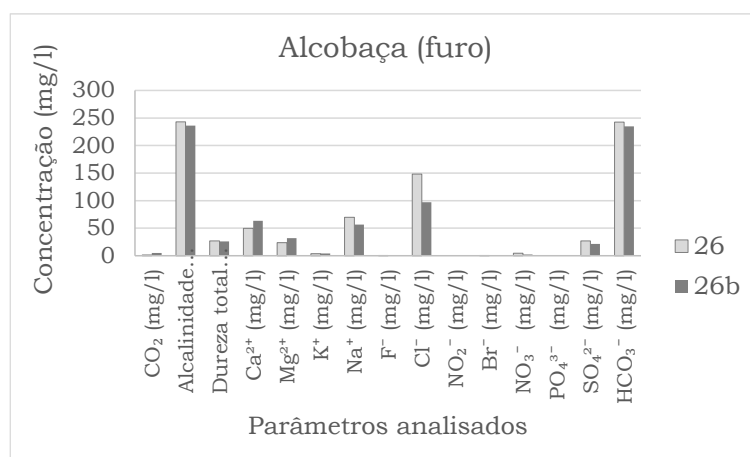


Figura 6.31 – Gráfico da composição química das amostras 26 e 26b

São águas doces, continentais, neutras, oxidantes, sem ocorrência de troca do ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+) e sujeitas a dissolução de calcários, dolomitos e/ou rochas serpentinizadas. A amostra de água 26 apresentou fácies hidroquímica cloretada sódica, podendo ser devida a salinização por rega agrícola e/ou à circulação por evaporitos. A segunda colheita (26b) ocorreu cerca de um ano e dois meses após a primeira colheita, apresentando uma fácies hidroquímica bicarbonatada cálcica, podendo esta ser devida a reacções com os contaminantes agrícolas. Na primeira colheita (26) detectou-se a presença de insecticidas e fungicidas, e na segunda colheita de água (26b), fertilizantes. A amostra de água 26b revelou ser proveniente de um regime climático diferente do actual ou de alterações durante a infiltração até ao aquífero, e estar sujeita ao fenómeno de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$). De acordo com a classificação SAR, são águas com baixo perigo de alcalinização e alto perigo de salinização.

A amostra de água 26b apresentou lítio (Li), germânio (Ge), bário (Ba) e tálio (Tl) com valores superiores a uma água de rio padrão, e níquel (Ni), tungsténio (W), itérbio (Yb) e urânio (U) com valores superiores a uma água do mar padrão. (Reimann e Caritat, 1998).

Nazaré

Na Nazaré analisou-se três vezes um poço. A amostra de água 33, a 31/05/2011, a amostra de água 33b, a 02/03/2012 e a amostra de água 33c, a 26/07/2012. Da primeira para a segunda colheita detectaram-se as seguintes variações:

- a condutividade eléctrica aumentou de cerca de 962 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para cerca de 1583 $\mu\text{S}/\text{cm}$,
- os totais sólidos dissolvidos (SDT) aumentaram de cerca de 636 mg/l para cerca de 967 mg/l,
- a dureza total aumentou de cerca de 34 mg/l para cerca de 50 mg/l,
- a salinidade diminuiu de cerca de 5‰ para 4‰,
- as duas amostras revelaram sobressaturação em aragonite, calcite, dolomite e hidroxiapatite,
- a amostra de água 33 apresentou o ião potássio (K^+) e a amostra de água 33b fósforo (P) e os iões potássio (K^+), nitrato (NO_3^-), brometo (Br^-), cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) superiores a uma água de consumo humano,
- aumentaram as concentrações de todos os iões com excepção dos iões potássio (K^+), hidrogenocarbonato (HCO_3^-) e fluoreto (F^-).

Da segunda colheita para a terceira colheita, ocorreram outras alterações:

- a condutividade eléctrica diminuiu de cerca de 1583 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para cerca de 1317 $\mu\text{S}/\text{cm}$,
- os sólidos dissolvidos totais (SDT) diminuíram de cerca de 967 mg/l para cerca de 680 mg/l,
- a dureza total diminuiu de cerca de 50 mg/l para cerca de 49 mg/l,
- a salinidade diminuiu de cerca de 4‰ para cerca de 3‰,
- a amostra de água 33c apresentou estar sobressaturada em aragonite, calcite e dolomite,
- a amostra de água 33c não apresentou ião fosfato (PO_4^{3-}),
- a amostra de água 33c não revelou parâmetros superiores a uma água para consumo humano,
- diminuíram todos os iões analisados com excepção do ião hidrogenocarbonato (HCO_3^-). (**Fig. 6.32**)

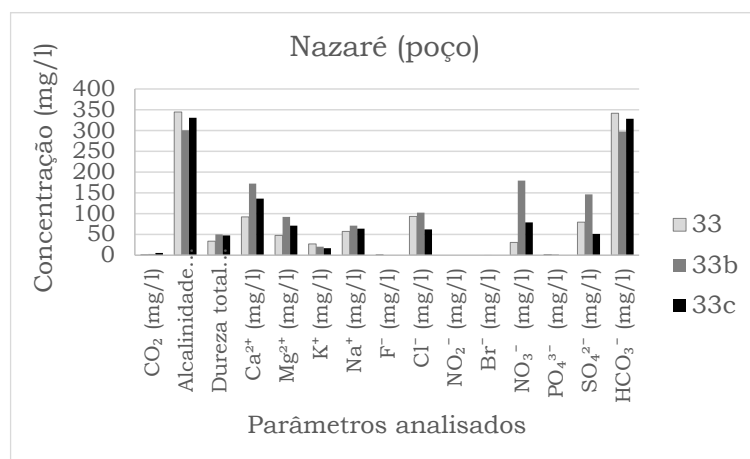


Figura 6.32 – Gráfico da composição química das amostras 33, 33b e 33c

O poço 33 localiza-se entre areias do Quaternário e calcários mais ou menos margosos do Jurássico superior, próximo de habitações e de terrenos agrícolas. As amostras de águas colhidas neste poço revelaram ser doces, continentais, neutras, oxidantes, de fácies hidroquímica bicarbonatada cálcica, sem ocorrência de troca do ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+) e sujeitas a circulação lenta em terrenos inicialmente marinhos e/ou a dissolução da halite de rochas evaporíticas, dolomitos, rochas serpentinizadas e/ou areias marinhas. As amostras de água 33 e 33c revelaram ser provenientes da água universal. As amostras de água 33 e 33b apresentaram contaminação agrícola (fertilizantes, pesticidas, dejectos fecais e/ou suplementos de alimentação animal) e industrial (vidros, cerâmica, metais, baterias, tintas, curtimentos, alimentar e/ou detergentes). A amostra de água 33b ainda apresentou insecticidas e fungicidas. A amostra de água 33c apresentou contaminação agrícola (fertilizantes) e industrial (vidros, cerâmica, metais, baterias, adubos químicos, tintas, curtimentos e/ou alimentar). A sobressaturação em minerais carbonatados deve-se às rochas carbonatadas e aos contaminantes, e a sobressaturação em hidroxiapatite à presença de ião fosfato (PO_4^{3-}). As amostras de água 33b e 33c revelaram estar sujeitas ao fenómeno de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$). De acordo com a classificação SAR, são águas com baixo perigo de alcalinização e alto perigo de salinização.

A amostra de água 33b apresentou cobre (Cu), estrôncio (Sr), bário (Ba) e enxofre (S) com valores superiores a uma água de rio padrão e fósforo (P) com valor superior a uma água do mar padrão (Reimann e Caritat, 1998)

A amostra de água 34, do poço na Nazaré, foi colhida a 31/05/2011 e a segunda colheita a 02/03/2012 (amostra de água 34b). Estas águas revelaram a seguinte evolução:

- a condutividade eléctrica aumentou de cerca de 2740 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para cerca de 3814 $\mu\text{S}/\text{cm}$,
- os sólidos dissolvidos totais (SDT) aumentaram de cerca de 1661 mg/l para cerca de 2151 mg/l,
- a dureza total aumentou de cerca de 58 mg/l para 72 mg/l,
- a salinidade aumentou de cerca de 11‰ para cerca de 13‰,
- a amostra de água 34 revelou estar em equilíbrio com a fase mineral aragonite e sobressaturada com a da calcite e da dolomite,
- a amostra de água 34b revelou estar sobressaturada em aragonite, calcite e dolomite,
- a amostra de água 34 revelou concentração superior a uma água para consumo humano, em selénio (Se), na condutividade eléctrica e nos iões brometo (Br^-), cloreto (Cl^-), sódio (Na^+) e potássio (K^+), e a amostra de água 34b, na condutividade eléctrica e nos iões cálcio (Ca^{2+}), cloreto (Cl^-), magnésio (Mg^{2+}), sódio (Na^+) e potássio (K^+),
- a diminuição dos iões nitrato (NO_3^-), sulfato (SO_4^{2-}) e hidrogenocarbonato (HCO_3^-).

(Fig. 6.33)

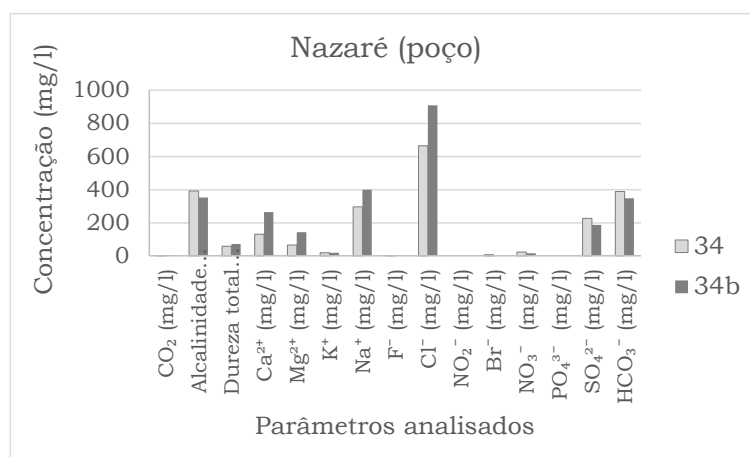


Figura 6.33 – Gráfico da composição química das amostras 34 e 34b

O poço 34 localiza-se entre areias do Quaternário e calcários mais ou menos margosos do Jurássico superior e dista do poço 33 cerca de 700 m. As águas colhidas do poço 34 revelaram ser águas doces, continentais, neutras, oxidantes, de fácies hidroquímica cloretada sódica, sem ocorrência de troca do ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^{+}) e sujeitas à interacção água-rocha, mas principalmente à salinização pela rega agrícola. As amostras de água 34 e 34b revelaram estar contaminadas por fertilizantes e/ou adubos químicos e efluentes industriais de vidros, cerâmica, metais, baterias, tintas, curtimentos e/ou alimentar. A amostra de água 34 ainda revelou estar contaminada por insecticidas. De acordo com a classificação SAR, são águas com médio perigo de alcalinização e muito alto perigo de salinização.

A amostra de água 34 apresentou lítio (Li), manganês (Mn), cobre (Cu), bário (Ba) e tálio (Tl) com valores superiores a uma água de rio padrão, níquel (Ni) e urânio (U) com valores superiores a uma água de mar padrão e selénio (Se) com valor superior a uma água da chuva padrão. (Reimann e Caritat, 1998).

A amostra de água 47, do poço na Nazaré, foi colhida a 20/09/2011 e a segunda colheita a 26/07/2012 (amostra de água 47b). Estas águas revelaram a seguinte evolução:

- a fácies hidroquímica mudou de cloretada-bicarbonatada cálcica para bicarbonatada cálcica,
- a condutividade eléctrica diminuiu de cerca de 1815 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para cerca de 1122 $\mu\text{S}/\text{cm}$,
- os sólidos dissolvidos totais (SDT) diminuíram de cerca de 677 mg/l para cerca de 559 mg/l,
- a dureza total aumentou de cerca de 28 mg/l para cerca de 34 mg/l,
- a salinidade diminuiu de cerca de 8‰ para cerca de 7‰,
- a amostra de água 47 apresentou sobressaturação em aragonite, calcite, dolomite e hidroxiapatite, e a amostra de água 47b, apenas sobressaturação em aragonite, calcite e dolomite,
- a amostra de água 47 apresentou o ião magnésio (Mg^{2+}) com concentração superior a uma água de consumo humano, e a amostra de água 47b apresentou fósforo (P), ferro (Fe), manganês (Mn) e iões brometo (Br^{-}), cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}),
- a diminuição dos iões sódio (Na^{+}), cloreto (Cl^{-}), hidrogenocarbonato (HCO_3^{-}), sulfato (SO_4^{2-}) e nitrato (NO_3^{-}). (**Fig. 6.34**)

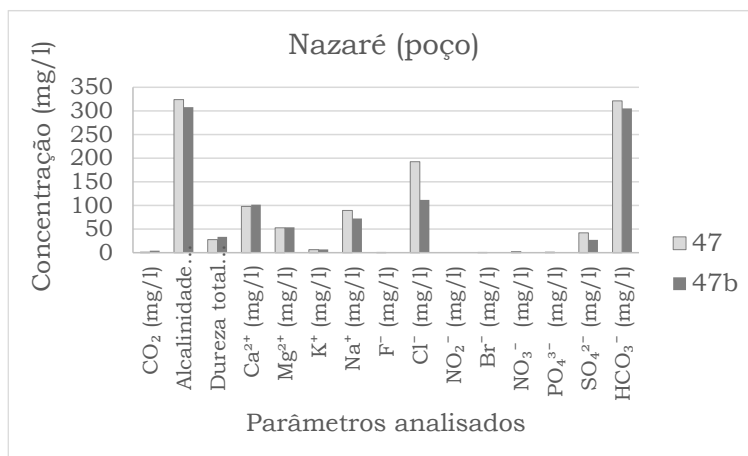


Figura 6.34 – Gráfico da composição química das amostras 47 e 47b

O poço 47, em areias do Quaternário, dista do poço 34 cerca de 50 m. As águas colhidas do poço 47 revelaram ser doces, continentais, neutras, de ambiente redutor, sem ocorrência de troca do ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+) e sujeitas a circulação lenta em terrenos inicialmente marinhos e/ou a dissolução da plagioclase das areias arcóicas, de dolomitos e/ou de evaporitos. A amostra de água 47 apresentou uma fácies hidroquímica cloretada-bicarbonatada cálcica e a amostra de água 47b, bicarbonatada cálcica. A amostra de água 47b revelou estar sujeita a evaporação seguida de infiltração e a trocas isotópicas com as rochas do aquífero e ao fenómeno de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$). A amostra de água 47 apresentou contaminação por fertilizantes, pesticidas, insecticidas, fungicidas, detergentes, dejectos fecais e/ou suplementos da alimentação animal. A amostra de água 47b apresentou contaminação por insecticidas, fungicidas e/ou adubos químicos e por efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, tintas, curtimentos e/ou alimentar). De acordo com a classificação SAR, são águas com baixo perigo de alcalinização e alto perigo de salinização.

A amostra de água 47b apresentou manganês (Mn), ferro (Fe) e enxofre (S) com valores superiores a uma água de rio padrão e fósforo (P) com valor superior a uma água do mar padrão. (Reimann e Caritat, 1998)

Bárrio

Em Bárrio analisou-se três vezes uma nascente. A amostra de água 37, a 25/07/2011, a amostra de água 37b, a 02/03/2012 e a amostra de água 37c, a 07/10/2012. Da primeira para a segunda colheita detectaram-se as seguintes alterações:

- a condutividade eléctrica aumentou de cerca de 2803 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para cerca de 3110 $\mu\text{S}/\text{cm}$,
- os sólidos dissolvidos totais (SDT) aumentaram de cerca de 1541 mg/l para cerca de 1642 mg/l,
- a dureza total aumentou de cerca de 32 mg/l para 40 mg/l,
- a salinidade aumentou de cerca de 12‰ para cerca de 13‰,
- a amostra de água 37b revelou estar em equilíbrio com a fase mineral calcite e dolomite,

- a amostra de água 37 apresentou selénio (Se), condutividade eléctrica e iões cloreto (Cl^-) e sódio (Na^+) superiores a uma água de consumo humano,
- a amostra de água 37b apresentou condutividade eléctrica e iões cálcio (Ca^{2+}), cloreto (Cl^-), magnésio (Mg^{2+}) e sódio (Na^+) superiores a uma água de consumo humano,
- aumentaram os iões cálcio (Ca^{2+}), sódio (Na^+), cloreto (Cl^-) e sulfato (SO_4^{2-}) e diminuíram os iões hidrogenocarbonato (HCO_3^-) e potássio (K^+).

Da segunda colheita para a terceira colheita, ocorreram outras alterações:

- a condutividade eléctrica diminuiu de cerca de 3110 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para cerca de 2645 $\mu\text{S}/\text{cm}$,
- os sólidos dissolvidos totais (SDT) aumentaram de cerca de 1642 mg/l para cerca de 1805 mg/l,
- a dureza total aumentou de cerca de 40 mg/l para cerca de 41 mg/l,
- a salinidade aumentou de cerca de 13‰ para cerca de 14‰,
- a amostra de água 37c mostrou estar em equilíbrio com a fase mineral aragonite, e sobressaturada com as fases minerais calcite, dolomite e fluorite,
- a amostra de água 37c não revelou concentrações superiores a uma água de consumo humano,
- a amostra de água 37c apresentou diminuição da concentração do ião sulfato (SO_4^{2-}) e ausência de ião nitrato (NO_3^-). (**Fig. 6.35**)

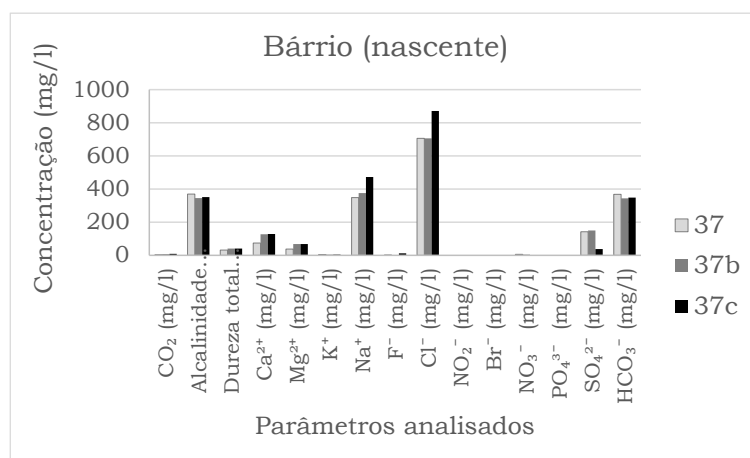


Figura 6.35 – Gráfico da composição química das amostras 37, 37b e 37c

A nascente 37, cortada pela autoestrada do Oeste A8, localiza-se na falha entre areias do Quaternário e a formação «Margas e Calcários de Dagorda» do Jurássico inferior. As amostras de água colhidas nesta nascente revelaram ser doces, continentais, neutras, oxidantes, de temperatura morna (entre 18°C e 25°C), de fácies hidroquímica cloretada sódica, sem ocorrência de troca do ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+) e sujeitas a dissolução de rochas evaporíticas. A amostra de água 37 ainda revelou estar sujeita ao fenómeno de fixação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas em troca dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$). As amostras de água 37b e 37c mostraram também estarem sujeitas à contaminação pelas águas de escorrência das rodovias (a colheita foi realizada entre a autoestrada A8 e a linha férrea), encontrando-se a

amostra de água 37c sobressaturada em fluorite. De acordo com a classificação SAR, são águas com alto perigo de alcalinização e muito alto perigo de salinização, impróprias para a rega de horticulturas.

A amostra de água 37 apresentou lantânio (La) e iodo (I) com valores superiores a uma água de rio padrão, níquel (Ni) com valor superior a uma água do mar padrão e selénio (Se) com valor superior a uma água da chuva padrão. (Reimann e Caritat, 1998).

A amostra de água 42, do poço em Bárrio, foi colhida a 25/07/2011 e a segunda colheita a 26/07/2012 (amostra de água 42b). Estas águas revelaram as seguintes alterações:

- a condutividade eléctrica diminuiu de cerca de 973 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para cerca de 942 $\mu\text{S}/\text{cm}$,
- os sólidos dissolvidos totais (SDT) diminuíram de cerca de 602 mg/l para cerca de 567 mg/l,
- a dureza total diminuiu de cerca de 32 mg/l para cerca de 30 mg/l,
- a salinidade diminuiu de cerca de 3‰ para cerca de 2‰,
- a amostra de água 42 apresentou estar em equilíbrio com a fase mineral aragonite e sobressaturada em calcite e em dolomite,
- a amostra de água 42b apresentou estar sobressaturada nas fases minerais da aragonite, da calcite e da dolomite,
- a amostra de água 42b apresentou iões cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) com concentração superior a uma água de consumo humano,
- aumentaram as concentrações dos iões cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}) e fluoreto (F^-) e diminuíram os iões potássio (K^+), sódio (Na^+), cloreto (Cl^-), sulfato (SO_4^{2-}), hidrogenocarbonato (HCO_3^-) e nitrato (NO_3^-). (Fig. 6.36)

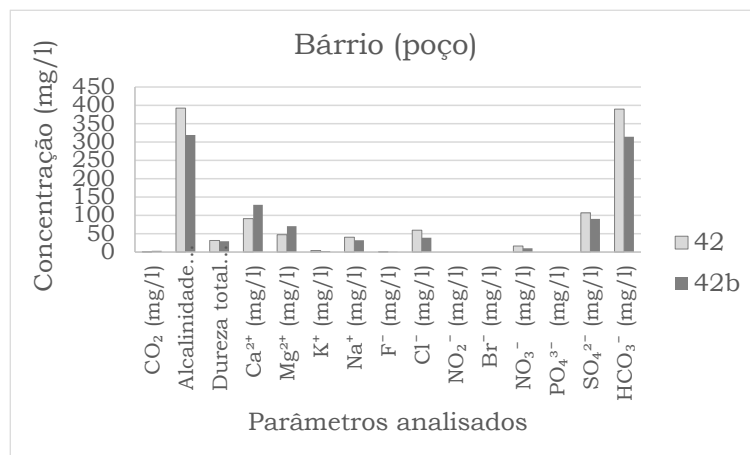


Figura 6.36 – Gráfico da composição química das amostras 42 e 42b

O poço 42, em zona agrícola, dista da nascente 37 cerca de 1250 m e situa-se nos calcários mais ou menos margosos da formação «Camadas de Alcobaça» do Jurássico superior. As amostras de água colhidas deste poço revelaram ser doces, continentais, oxidantes, de temperatura morna (entre 18°C e 25°C), de fácies hidroquímica bicarbonatada cálcica, com pH neutro a fracamente básico, sem ocorrência de troca do ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+) e sujeitas a dissolução de rochas carbonatadas (calcários, dolomitos

e/ou rochas serpentinizadas). A amostra de água 42b revelou ser de um regime climático diferente do actual ou de sofrer alterações durante a infiltração até ao aquífero e estar sujeita, também, ao fenómeno de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$), à dissolução de minerais de halite e/ou a contaminação por fertilizantes. De acordo com a classificação SAR, são águas com baixo perigo de alcalinização e alto perigo de salinização.

A amostra de água 43, do poço em Bárrio, foi colhida a 25/07/2011 e a segunda colheita a 26/07/2012 (amostra de água 43b). Estas águas revelaram a seguinte evolução:

- a fácies hidroquímica mudou de bicarbonatada cálcica para bicarbonatada sódica,
- a condutividade eléctrica diminuiu de cerca de 919 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para cerca de 880 $\mu\text{S}/\text{cm}$,
- os sólidos dissolvidos totais (SDT) diminuíram de cerca de 580 mg/l para cerca de 355 mg/l,
- a dureza total aumentou de cerca de 24 mg/l para cerca de 33 mg/l,
- a salinidade diminuiu de cerca de 3‰ para cerca de 2‰,
- a amostra de água 43 apresentou concentração superior a uma água de consumo humano nos iões cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}),
- aumento dos iões sulfato (SO_4^{2-}) e potássio (K^+). (**Fig. 6.37**)

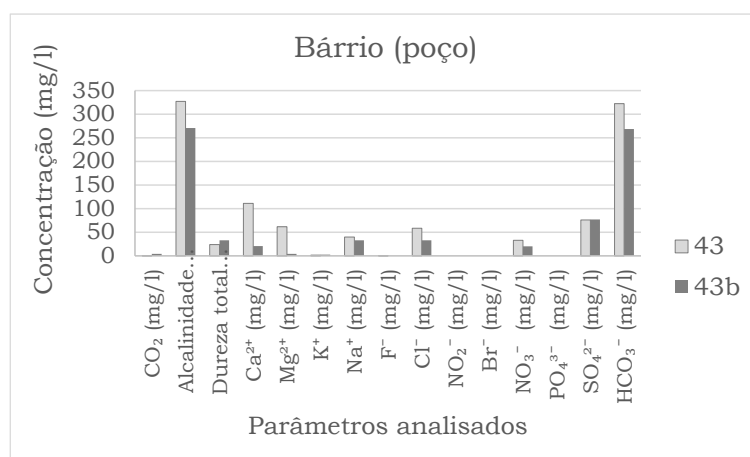


Figura 6.37 – Gráfico da composição química das amostras 43 e 43b

O poço 43 dista do poço 42 cerca de 1100 m, e encontra-se também na formação das «Camadas de Alcobaça» do Jurássico superior. As amostras de água colhidas no poço 43 revelaram ser doces, continentais, neutras, oxidantes, de temperatura moderadamente fria (entre 10°C e 18°C) e sujeitas a lixiviação de calcários e a trocas de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+). A amostra de água 43 apresentou uma fácies hidroquímica bicarbonatada cálcica, uma eventual dissolução de dolomitos, rochas serpentinizadas e/ou de mineral de halite, e estar contaminada por fertilizantes. A amostra de água 43b, proveniente de um regime climático diferente ou de alterações durante a infiltração até ao aquífero, apresentou uma fácies hidroquímica bicarbonatada sódica sujeita ao fenómeno de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$), e a contaminação agrícola. De acordo com a classificação SAR, são águas com baixo perigo de alcalinização e alto perigo de salinização.

Quinta de São Gião

A amostra de água 44, do poço na Quinta de São Gião, foi colhida a 25/07/2011 e a segunda colheita a 26/07/2012 (amostra de água 44b). Estas águas revelaram a seguinte evolução:

- a condutividade eléctrica diminuiu de cerca de 1350 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para cerca de 1148 $\mu\text{S}/\text{cm}$,
- os sólidos dissolvidos totais (SDT) diminuíram de cerca de 808 mg/l para cerca de 563 mg/l,
- a dureza total aumentou de cerca de 38 mg/l para cerca de 39 mg/l,
- a salinidade diminuiu de cerca de 6‰ para cerca de 5‰,
- a amostra de água 44 apresentou sobressaturação nas fases minerais aragonite, calcite, dolomite e hidroxiapatite,
- a amostra de água 44b apresentou estar em equilíbrio com a fase mineral aragonite e sobressaturada nas fases minerais calcite e dolomite,
- a amostra de água 44 apresentou concentração superior a uma água de consumo humano em arsénio (As), selénio (Se) e iões cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}) e potássio (K^+), e a amostra de água 44b em iões nitrato (NO_3^-) e potássio (K^+),
- a diminuição dos iões analisados, excepto para o dióxido de carbono dissolvido (CO_2).

(Fig. 6.38)

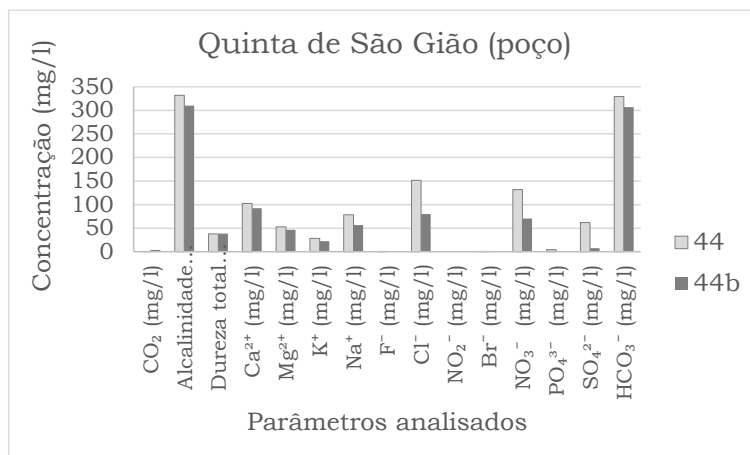


Figura 6.38 – Gráfico da composição química das amostras 44 e 44b

O poço 44 situa-se em areias do Quaternário, junto a exploração agrícola, habitação e matilha. As amostras de águas colhidas neste poço revelaram ser águas doces, continentais, de origem da água universal, neutras, oxidantes, de fácies hidroquímica bicarbonatada cálcica, sem ocorrência de troca do ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+) e sujeitas a dissolução de calcários, dolomitos, evaporitos, rochas serpentizadas e/ou das areias marinhas. A amostra de água 44 revelou também estar sujeita a contaminação agro-pecuária (fertilizantes, pesticidas, insecticidas, fungicidas, dejectos fecais e/ou suplementos da alimentação animal) e/ou industrial (vidro, cerâmica, metalúrgica, baterias, tintas, curtimentos e/ou alimentar). A sobressaturação em hidroxiapatite na amostra de água 44 deve-se à presença do ião fosfato (PO_4^{3-}) derivado dos produtos usados na actividade agrícola. A amostra de água 44b também

revelou estar sujeita à contaminação agrícola, especialmente por fertilizantes, ao fenómeno de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$). É de realçar a concentração do ião nitrato (NO_3^-) na amostra de água 44 ser cerca de 132 mg/l e na amostra de água 44b ser cerca de 71 mg/l, valores superiores a uma água para consumo humano (inferior a 50 mg/l; DL n.º 306/2007 de 27 de Agosto). De acordo com a classificação SAR, são águas com baixo perigo de alcalinização e alto perigo de salinização.

A amostra de água 44 apresentou cobre (Cu), arsénio (As) e iodo (I) com valores superiores a uma água de rio padrão, níquel (Ni) e antimónio (Sb) com valores superiores a uma água do mar padrão, e selénio (Se) com valor superior a uma água da chuva padrão. (Reimann e Caritat, 1998).

A amostra de água 45, do furo na Quinta de São Gião, foi colhida a 25/07/2011 e a segunda colheita a 26/07/2012 (amostra de água 45b). Estas águas revelaram a seguinte evolução:

- a fácies hidroquímica mudou de cloretada cálcica para bicarbonatada sódica,
- a condutividade eléctrica diminuiu de cerca de 1330 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para cerca de 1242 $\mu\text{S}/\text{cm}$,
- os sólidos dissolvidos totais (SDT) diminuíram de cerca de 892 mg/l para cerca de 522 mg/l,
- a dureza total diminuiu de cerca de 44 mg/l para cerca de 36 mg/l,
- as duas amostras apresentaram salinidade cerca de 7‰,
- a amostra de água 45 apresentou estar em equilíbrio com a fase mineral aragonite e sobressaturada em calcite e em dolomite,
- a amostra de água 45 apresentou os iões nitrato (NO_3^-), brometo (Br^-), cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) com concentração superior a uma água de consumo humano,
- a amostra de água 45b apresentou berílio (Be) superior a uma água de consumo humano,
- a diminuição da concentração dos iões cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), cloreto (Cl^-), sulfato (SO_4^{2-}) e nitrato (NO_3^-). (**Fig. 6.39**)

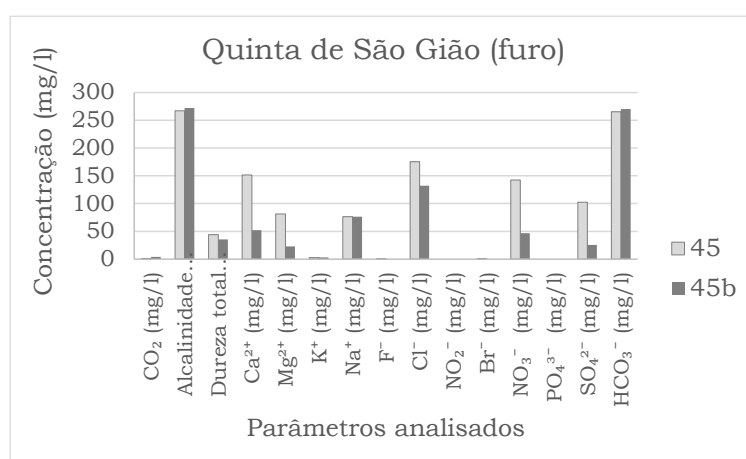


Figura 6.39 – Gráfico da composição química das amostras 45 e 45b

O furo 45 dista do poço 44 cerca de 700 m, e situa-se nas areias do Quaternário, numa duna junto à exploração agrícola. As amostras de água colhidas do furo revelaram ser doces, continentais, neutras,

oxidantes, moderadamente frias (entre 10°C e 18°C), sem ocorrência de troca do ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+) e sujeitas a dissolução de evaporitos, dolomitos, rochas serpentinizadas e/ou das areias marinhas. A amostra de água 45, proveniente de um regime climático diferente do actual ou de alterações durante a infiltração até ao aquífero, apresentou uma fácies hidroquímica cloretada cálcica sujeita a contaminação agrícola (insecticidas, fungicidas e/ou adubos químicos) e industrial (vidro, cerâmica, metais, baterias, tintas, curtimentos e/ou alimentar). A amostra de água 45b apresentou uma fácies hidroquímica bicarbonatada sódica sujeita a contaminação agrícola e ao fenómeno de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$). É de realçar a concentração de ião nitrato (NO_3^-) de cerca de 143 mg/l na amostra de água 45. De acordo com a classificação SAR, são águas com baixo perigo de alcalinização e alto perigo de salinização.

A amostra de água 45b apresentou bário (Ba) com valor superior a uma água de rio padrão. (Reimann e Caritat, 1998)

Na Quinta de São Gião analisou-se a água de um poço por três vezes. A amostra de água 48, a 20/09/2011, a amostra de água 48b, a 02/03/2012 e a amostra de água 48c, a 26/07/2012. Da primeira para a segunda colheita detectaram-se as seguintes modificações:

- o ambiente mudou de transição entre água superficial e subterrânea para ambiente de rio,
- a condutividade eléctrica diminuiu de cerca de 2330 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para cerca de 1050 $\mu\text{S}/\text{cm}$,
- os sólidos dissolvidos totais (SDT) diminuíram de cerca de 545 mg/l para cerca de 479 mg/l,
- a dureza total aumentou de cerca de 26 mg/l para 28 mg/l,
- as duas amostras apresentaram salinidade cerca de 6‰,
- a diminuição da concentração dos iões magnésio (Mg^{2+}), potássio (K^+), sódio (Na^+), cloreto (Cl^-), hidrogenocarbonato (HCO_3^-) e nitrato (NO_3^-), e detectou-se ião fosfato (PO_4^{3-}) e ião brometo (Br^-),
- a amostra de água 48 apresentou concentração superior a uma água de consumo humano em arsénio (As), selénio (Se), ferro (Fe), manganês (Mn) e ião potássio (K^+), e a amostra de água 48b em iões brometo (Br^-) e potássio (K^+).

Da segunda colheita para a terceira colheita, ocorreram outras alterações:

- o ambiente mudou de rio para ambiente de transição entre a água superficial e a água subterrânea,
- a condutividade eléctrica diminuiu de cerca de 1050 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para cerca de 925 $\mu\text{S}/\text{cm}$,
- os sólidos dissolvidos totais (SDT) aumentaram de cerca de 479 mg/l para cerca de 540 mg/l,
- a salinidade diminuiu de cerca de 6‰ para cerca de 4‰,
- a amostra de água 48c apresentou estar em equilíbrio com a fase mineral calcite,
- a amostra de água 48c apresentou concentração superior a uma água de consumo humano em iões nitrito (NO_2^-), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}) e potássio (K^+), manganês (Mn) e fósforo (P),

– a diminuição da concentração dos iões cloreto (Cl^-), sulfato (SO_4^{2-}) e fosfato (PO_4^{3-}), e detectou-se ião nitrito (NO_2^-). (**Fig. 6.40**)

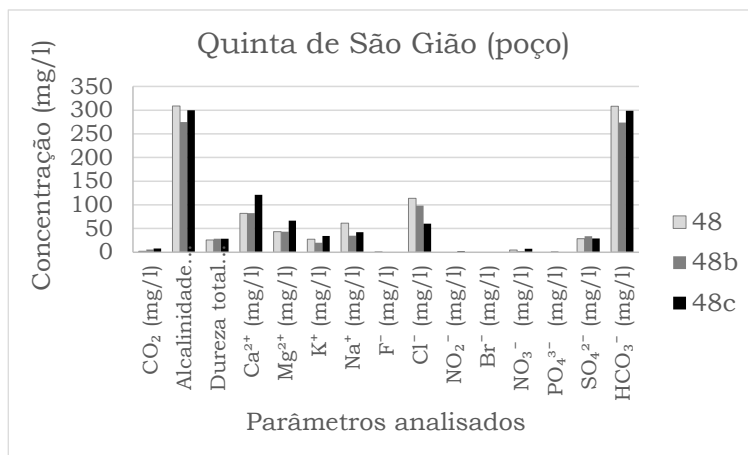


Figura 6.40 – Gráfico da composição química das amostras 48, 48b e 48c

O poço 48 dista do furo 45 cerca de 950 m, em areias do Quaternário numa zona esporadicamente alagada. As amostras de água colhidas neste poço revelaram ser doces, continentais, neutras, oxidantes, de fácies bicarbonatada cálcica, sem ocorrência de troca do ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+) e sujeitas a dissolução de rochas carbonatadas e/ou areias marinhas. A amostra de água 48 revelou estar contaminada por fertilizantes, pesticidas, detergentes, dejectos fecais e/ou suplementos da alimentação animal. A amostra de água 48b revelou estar sujeita ao fenómeno de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$) e a uma forte contaminação por sedimentos marinhos e/ou por fertilizantes, insecticidas e fungicidas. A amostra de água 48c, proveniente de um regime climático diferente do actual ou de alterações durante a infiltração até ao aquífero, revelou estar sujeita ao fenómeno de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$), e à contaminação recente procedente de material vegetal ou animal, agro-pecuária (fertilizantes, pesticidas, fecais e/ou suplementos da alimentação animal) e industrial (vidro, cerâmica, metalúrgica, baterias, tintas, curtimento, alimentar e/ou detergentes). De acordo com a classificação SAR, são águas com baixo perigo de alcalinização e alto a muito alto perigo de salinização.

A amostra de água 48c apresentou manganês (Mn), ferro (Fe) e enxofre (S) com valores superiores a uma água de rio padrão e fósforo (P) com valor superior a uma água do mar padrão. (Reimann e Caritat, 1998)

6.5 – Equilíbrio água-rocha

Uma água está em equilíbrio com um mineral da rocha quando o índice de saturação apresenta um valor dentro do intervalo $[-0,1; 0,1]$. (Langmuir, 1997). O índice de saturação (IS) de qualquer fase sólida é obtido por intermédio do quociente entre a expressão de LAM (Q) e a constante de equilíbrio (K) ($IS = Q/K$). O resultado pode ser:

- próximo de 1 se a água se encontra em equilíbrio com a fase sólida (mineral);
- superior a 1 se a água se encontra sobressaturada em relação à fase sólida (mineral), podendo existir precipitação dessa fase sólida (mineral);
- inferior a 1 se a água se encontra subsaturada em relação à fase sólida (mineral). Neste caso, Q ainda não atingiu o estado de equilíbrio e tem tendência a dissolver a fase sólida (mineral). (Almeida, 1985; Carvalho, 1989; Fernandes, 2000)

Analisando os dados obtidos das análises químicas por intermédio do programa de computação «PHREEQC» (http://wwwbrr.cr.usgs.gov/projects/GWC_coupled/phreeqc/) para determinação dos índices de saturação, as águas mostraram diferentes estados de equilíbrio relativos às seguintes fases minerais: aragonite (CaCO_3), calcite (CaCO_3), dolomite ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), anidrite (CaSO_4), gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), fluorite (CaF_2), halite (NaCl), silvite (KCl), hidroxiapatite [$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$] e enxofre (S). (Consultar «Capítulo 4 – Apresentação dos dados» e «Capítulo 5 – Interpretação dos dados»)

Todas as amostras de água se apresentaram subsaturadas em anidrite (CaSO_4), gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), halite (NaCl) e silvite (KCl), sugerindo tendência para dissolver estes minerais. Quanto aos minerais do grupo dos carbonatos [aragonite (CaCO_3), calcite (CaCO_3) e dolomite ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$)] apresentam uma distribuição de estados de equilíbrio muito semelhante. As águas sobressaturadas em carbonatos localizam-se, principalmente, nas formações carbonatadas e/ou no contacto destas com as areias modernas. As águas em equilíbrio com os carbonatos predominam, no geral, nas formações carbonatadas. Relativamente à hidroxiapatite [$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$], apenas dezasseis amostras deram resultado, sendo nove [poços: na Nazaré (33, 33b e 47), na Quinta de São Gião (44 e 72), em Montes (18b) e valas: no Paúl da Cela (63) e no Casal de Areia (51 e 53)] sobressaturadas, seis [poços: na Quinta de São Gião (48b e 48c) e em Montes (18), rio Água Belas (39), nascente em Famalicão (73) e água da chuva da estação meteorológica de Alfeizeirão (54)] subsaturadas, e uma (furo 58 em Fervença) em equilíbrio. As amostras sobressaturadas em hidroxiapatite [$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$] localizam-se nos quatro poços (33, 44, 47 e 72) do sector do litoral da várzea, na vala (63) do sector intermédio da várzea e nas amostras de água superficiais sujeitas ao episódio poluente ocorrido a 17/10/2011, no Casal de Areia (vala 53 e rio de Areia 51) (Caroça, 2014^a) do sector interno da várzea. A amostra em equilíbrio com a hidroxiapatite [$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$], no sector interno da Várzea da Nazaré, furo 58, revelou estar sobressaturada em enxofre, e a amostra de água do furo 60 das Termas da Piedade, subsaturada em enxofre (S).

A sobressaturação em carbonatos [aragonite (CaCO_3), calcite (CaCO_3) e dolomite ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$)] é detectada nas diferentes captações de águas nos três sectores da várzea, mesmo em zonas arenosas, o que levou a estudar este fenómeno. Verifica-se que os valores de índice de saturação (IS) variam. (**Quadro 6.VI**)

Quadro 6.VI – Amostras sobressaturadas em aragonite (CaCO_3), calcite (CaCO_3) e dolomite [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$] nos sectores da Várzea da Nazaré: **a)** litoral, **b)** intermédio e **c)** interno

Localização em relação à várzea	Localização geográfica	ref. ^a	Tipo captação	CaCO_3	CaCO_3	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$
				aragonite	calcite	dolomite
Sector litoral	Nazaré	33	poço	0,11	0,25	0,51
		33b	poço	0,20	0,36	0,63
		33c	poço	0,18	0,33	0,64
		34	poço	0,05	0,20	0,35
		34b	poço	0,35	0,51	0,96
		47	poço	-0,04	0,11	0,21
		47b	poço	0,08	0,23	0,45
	Quinta de São Gião	44	poço	0,13	0,27	0,53
		44b	poço	0,10	0,25	0,45
		72	poço	0,15	0,29	0,57
		45	Furo	-0,03	0,12	0,21
		85	furo	0,63	0,78	1,50
Sector intermédio	Bárrio	37b	nascente	-0,13	0,02	0,05
		37c	nascente	0,01	0,16	0,31
		76	nascente	0,14	0,29	0,56
	Paúl da Cela	62	canal de rega	0,77	0,92	1,78
		63	vala	0,74	0,89	1,61
		79	poço	0,57	0,72	1,39
		80	lagoa	1,12	1,27	2,45
Sector interno	Alcobaça	27	nascente	0,20	0,35	0,63
		42	poço	0,07	0,22	0,47
	Bárrio	42b	poço	0,46	0,60	1,26
		43	poço	0,31	0,46	0,92
	Casal de Areia	15	poço	-0,04	0,11	0,20
		53	vala	0,41	0,56	1,07
		87	rio de Cós	0,52	0,67	1,33
		88	rio de Areia	0,22	0,37	0,72
	Fervença	24	poço	-0,02	0,13	0,24
		24b	poço	0,08	0,23	0,43
		25	rio	0,77	0,92	1,80
		32b	poço	0,55	0,70	1,44
		58	furo	0,00	0,15	0,28
		59	nascente	0,05	0,20	0,48
		60	furo	0,01	0,15	0,39
		64	nascente	-0,01	0,14	0,35
		70	poço	0,43	0,58	1,17
		71	vala	0,57	0,71	1,44
		90	rio de Alcobaça	0,86	1,01	2,02
	Maiorga	89	rio de S. Vicente	0,87	1,02	2,01
	Montes	18b	poço	0,79	0,94	1,86
	Nasce Água	84	poço	0,81	0,96	1,83
		38c	rio de Areia	0,18	0,33	0,63
	Valado dos Frades	86	nascente	0,47	0,62	1,22
		91	rio do Meio	0,37	0,52	1,02
		92	rio de Alcobaça	0,78	0,92	1,85

No sector litoral, a sobressaturação em aragonite (CaCO_3) varia desde cerca de 0,11 (poço 33) a cerca de 0,63 (furo 85), a da calcite (CaCO_3) desde cerca de 0,11 (poço 47) a 0,78 (furo 85) e a da dolomite [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$] desde cerca de 0,21 (poço 47 e furo 45) a 1,5 (furo 85). No sector intermédio, os valores mínimos de índice de saturação (IS) para os minerais aragonite (CaCO_3), calcite (CaCO_3) e dolomite [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$] foram de 0,14 (nascente 76), 0,16 (nascente 37c) e 0,31 (nascente 37c), respectivamente, e os valores máximos foram de 1,12 (lagoa 80), 1,27 (lagoa 80) e 2,45 (lagoa 80), também respectivamente. No sector interno, as amostras revelaram os seguintes valores, mínimo e máximo, do índice de saturação

(IS): para a aragonite (CaCO_3) de 0,18 (rio 38c) e de 0,87 (rio 89); para a calcite (CaCO_3) de 0,11 (poço 15) e de 1,02 (rio 89) e para a dolomite [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$] de 0,2 (poço 15) e de 2,02 (rio 90).

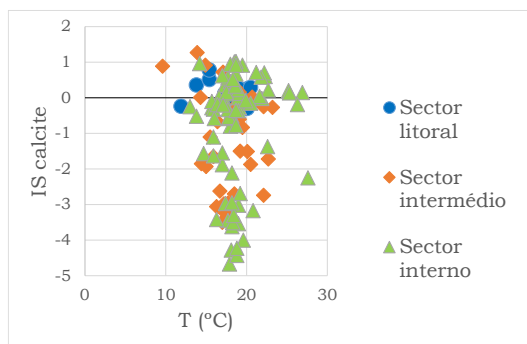
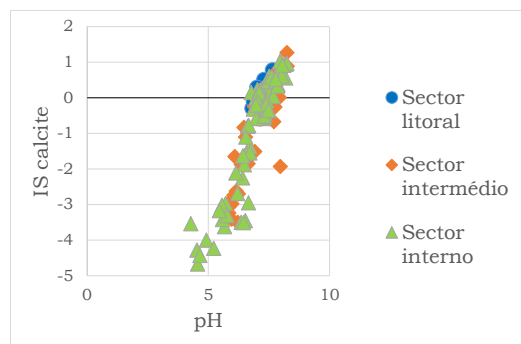
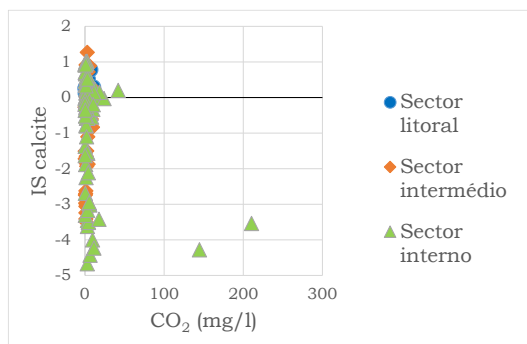
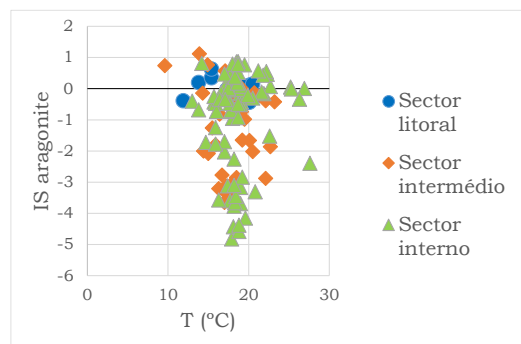
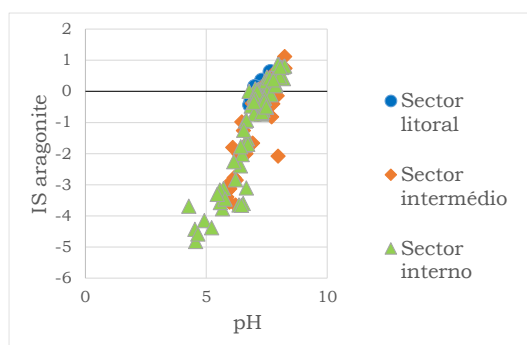
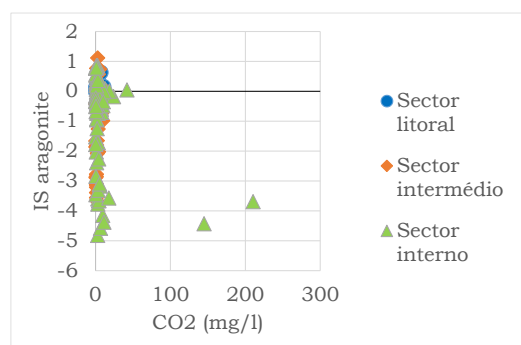
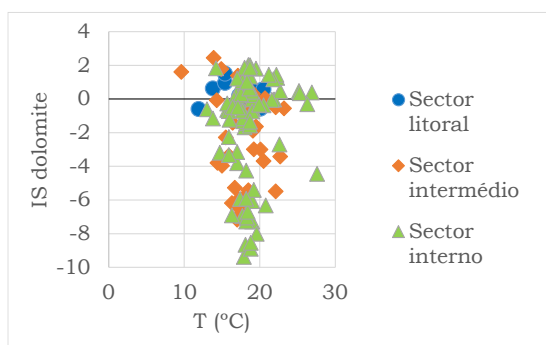
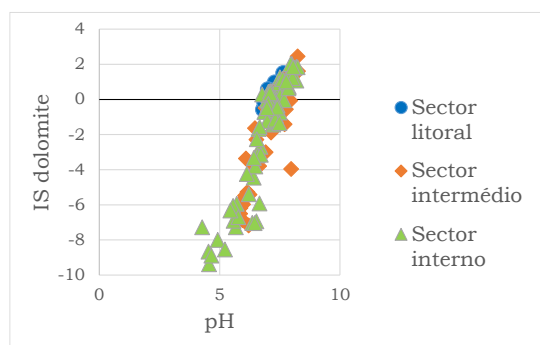
A maior sobressaturação em dolomite [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$] ocorreu em todos os sectores da Várzea da Nazaré, em especial nas amostras de águas superficiais (rio, lagoa, canal de rega e vala). Segundo Carvalho (2006), o ião magnésio (Mg^{2+}) é mais abundante nas águas do que na crosta terrestre, devido à sua maior solubilidade relativamente ao ião cálcio (Ca^{2+}). O mesmo autor refere ainda que a água da chuva dissolve o dióxido de carbono (CO_2) até atingir os rios, os lagos e os mares e que, por intermédio do processo de meteorização, os minerais das rochas aflorantes libertam vários iões.

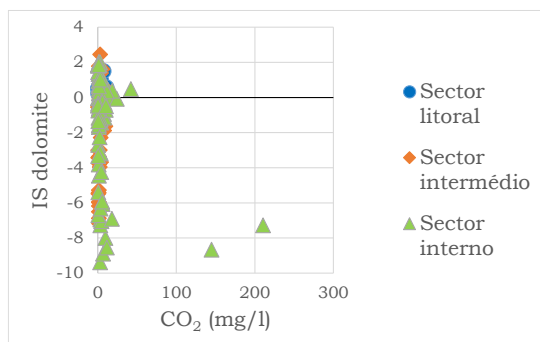
As condições possíveis de criar águas sobressaturadas ou acelerar a saturação nestes carbonatos podem ser devido a:

- rápido aumento da temperatura com consequente diminuição da solubilidade dos carbonatos e do CO_2 ;
- mistura de águas, por exemplo nas zonas costeiras há sobressaturação em calcite provocada por mistura de águas subterrâneas doces e salinas;
- adição de ião comum, por exemplo o cálcio do gesso, o qual é muito mais solúvel do que a calcite;
- evaporação de toda a água líquida, ou a do solo ou a do lago de bacia fechada, que conduz à precipitação da calcite. Dependendo da extensão da evaporação e das quantidades e composições de águas afluentes, primeiro precipita a calcite, e depois a dolomite, a qual pode ser seguida pelo gesso/anidrite, depois halite e, finalmente, mais complexo sais de sulfato, de carbonato e de halite;
- perda de CO_2 :
 - por libertação associada ao decaimento da matéria orgânica (incluindo a do esgoto) ou causada pelo afluxo de águas subterrâneas muito ricas em CO_2 ,
 - ou pela fotossíntese realizada em rios, lagos e oceanos pouco profundos onde as águas contêm abundante vegetação, na qual pode ser ampliada se existir também velocidade da água muito lenta e elevada concentração de nitrogénio (N), de fósforo (P) e de cargas orgânicas derivadas de poluição. (Langmuir, 1997).

Segundo Langmuir (1997), a calcite (CaCO_3) é mais estável (menos solúvel) que a aragonite (CaCO_3) e dissolve-se mais rapidamente que a dolomite. A dissolução da calcite (ou outro carbonato) é favorecida pelo aumento de CO_2 e diminuição de pH. A precipitação pode resultar de diminuição de CO_2 ou aumento de pH.

Observa-se, na **figura 6.41**, o comportamento dos minerais carbonatados [calcite (CaCO_3), aragonite (CaCO_3) e dolomite ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$)] de todas as amostras de água analisadas em relação à temperatura, ao pH e ao CO_2 dissolvido na solução.

**a)****b)****c)****d)****e)****f)****g)****h)**



i)

Figura 6.41 – Índices de saturação das águas em relação a: **a)** calcite (CaCO_3) com a temperatura da água; **b)** calcite (CaCO_3) com o pH; **c)** calcite (CaCO_3) com o CO_2 total dissolvido; **d)** aragonite (CaCO_3) com a temperatura da água; **e)** aragonite (CaCO_3) com o pH; **f)** aragonite (CaCO_3) com o CO_2 total dissolvido; **g)** dolomite ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) com a temperatura da água; **h)** dolomite ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) com o pH; **i)** dolomite ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) com o CO_2 total dissolvido

Os índices de solubilidade dos carbonatos [aragonite (CaCO_3), calcite (CaCO_3) e dolomite ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$)] não dependem da temperatura nem do CO_2 dissolvido, mas do pH, sendo que quanto maior o pH, menor a solubilidade, e consequentemente maior a tendência para precipitar carbonatos.

Relacionando os índices de saturação da calcite (CaCO_3) com a dolomite [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$] (**fig.6.42**), verifica-se que a maioria das águas estão mais próximas da saturação por calcite do que por dolomite, porque circulam em formações carbonatadas e estas são mais rapidamente meteorizadas do que as formações dolomíticas.

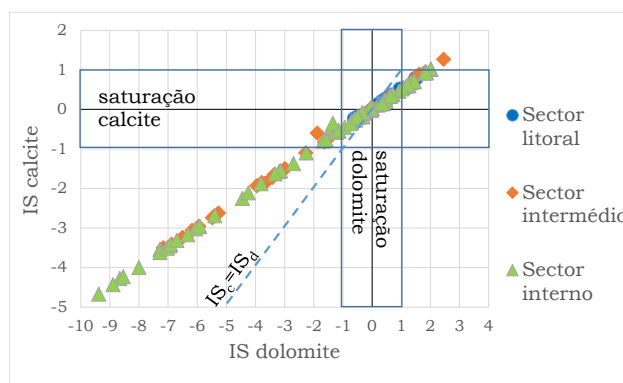


Figura 6.42 – Índice de saturação da dolomite (IS_d) em função do índice de saturação da calcite (IS_c) das amostras de água analisadas. (Adaptado de Langmuir, 1997)

A sobressaturação em carbonatos [aragonite (CaCO_3), calcite (CaCO_3) e dolomite ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$)] pode ser devida não só aos factores descritos atrás, mas também a outros, tais como a presença de substâncias adsorvidas pelo carbonato, como por exemplo, magnésio (Mg), fosfato (PO_4), estrôncio (Sr), bário (Ba), chumbo (Pb) e orgânicos, provocando rápida precipitação ou necessidade de maior tempo de residência no sistema água-rocha para ocorrer a nucleação e precipitar. (Langmuir, 1997).

Conclui-se que a intensa exploração da actividade agrícola nas formações arenosas (Nazaré, Quinta de São Gião e Paúl da Cela) possa ser a explicação para a sobressaturação em carbonatos nessas águas. As restantes águas, além de terem a influência dos produtos resultantes da actividade agrícola e do pH neutro e fracamente básico, têm a dissolução de calcários e rochas afins.

6.6 – Influência das actividades humanas na qualidade dos recursos hídricos

As análises aos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, durante esta dissertação, permitiram verificar que as actividades antrópicas estão a influenciar a composição físico-química destes recursos. No entanto, por conhecimento através da Associação dos Agricultores de Alcobaça, houve acesso a amostras de água poluídas do Casal de Areia (40b, 49, 50, 51, 52 e 53) que levaram, no dia 17 de Outubro de 2011, à destruição das hortícolas (alho francês e cebolas) após a sua utilização para a rega. Os agricultores desta zona têm por hábito, desde os seus antepassados, utilizar na rega as águas superficiais próximas dos seus terrenos. Recorda-se que o Casal de Areia é uma aldeia da freguesia de Cós, do concelho de Alcobaça, que no final do séc. XX foi transformada numa zona industrial. Nela predominam vários tipos de indústrias transformadoras: cerâmica, vidro, alimentar, madeira, tintas, produtos químicos e fibras sintéticas, borracha, plástico, equipamento eléctrico e de óptica, produtos minerais metálicos e não metálicos, metalúrgicas, fabricação de máquinas e equipamentos, pasta de papel e cartão e reciclagem de resíduos.

As amostras de água poluída (alteração que origina uma água prejudicial para o ambiente e para os humanos) foram colhidas no canal de cimento onde há o despejo de efluentes industriais (amostra de água 53); na vala de terra, continuação do canal de cimento, colheu-se a amostra de água 40b; e noutra vala de terra que conflui com a da amostra 40b, colheu-se a amostra de água 52. Esta vala de terra (52) vai cruzar-se com a do rio de Areia. Antes de se reunirem, colheu-se a amostra de água 51, no rio de Areia. Na intersecção da vala com a do rio de Areia, colheu-se a amostra de água 49. Distante desta intersecção e no rio de Areia, colheu-se a amostra 50. (Figura 6.43)

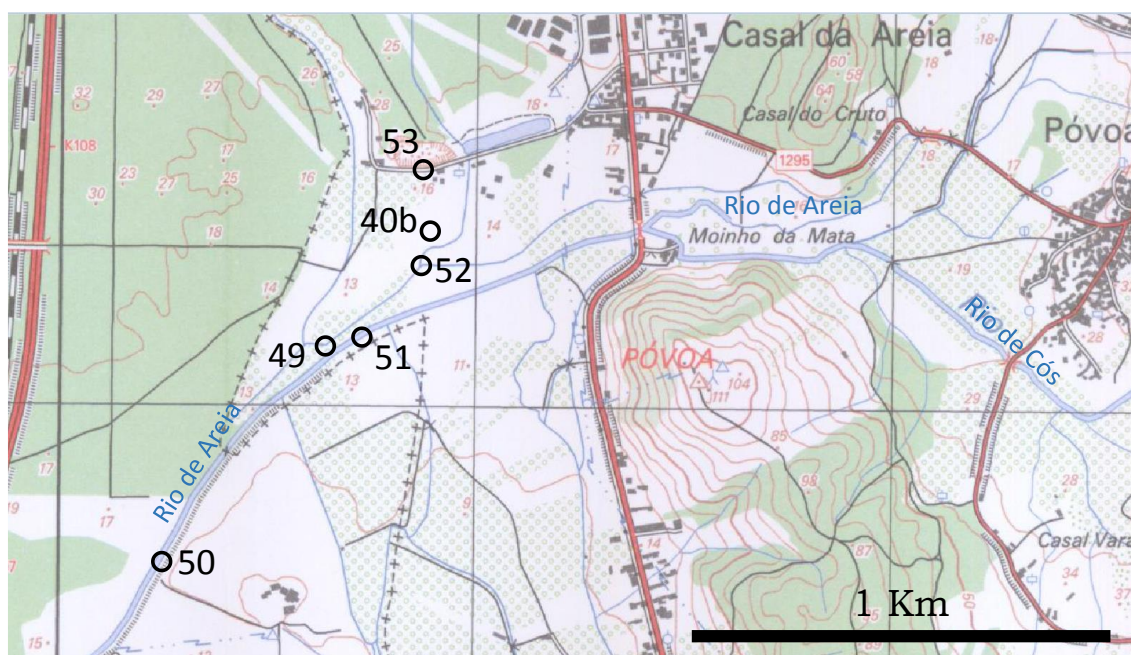


Figura 6.43 – Localização das amostras de água poluídas analisadas nesta dissertação

As amostras de água colhidas pela Associação dos Agricultores de Alcobaça apresentavam-se translúcidas (amostras de água 49, 50, 51 e 40b) e/ou de cor branca (amostra de água 52 e 53), todas elas contendo elementos estranhos de cor castanho claro e com forte odor a urina.

Relativamente à sua composição físico-química apresentaram características distintas. (Consultar os capítulos: «4 – Apresentação dos dados», «5 – Interpretação dos dados» e «6 – Discussão dos dados»)

A amostra de água da vala 53 (canal de descarga de efluentes industriais) revelou ser uma água doce, continental, branda, oxidante, fracamente básica, de fácies hidroquímica cloretada-bicarbonatada sódica, pouco mineralizada (condutividade eléctrica cerca de 240 $\mu\text{S}/\text{cm}$) e sem ocorrência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+). Apresentou-se sobressaturada nas fases minerais aragonite, calcite, dolomite e hidroxiapatite. Trata-se de uma água influenciada pela geologia local (areias, calcários e/ou dolomitos) sujeita ao fenómeno de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$), a possível salinização devido à rega (salinização cerca de 13‰) e a forte contaminação antrópica [agrícola (fertilizantes, insecticidas) e industrial (vidro, cerâmica, pirotecnia, alimentar, metalúrgica, têxteis, curtimentos, detergentes, tintas, desinfectantes, borracha, plásticos e/ou combustíveis fósseis)]. Apresentou concentrações superiores a uma água para consumo humano em cádmio (Cd), selénio (Se), bário (Ba) e ião brometo (Br). De acordo com a classificação SAR, é uma água com baixo perigo de alcalinização e baixo perigo de salinização.

A amostra de água da vala 40b revelou ser uma água doce, continental, branda, oxidante, neutra, de fácies hidroquímica bicarbonatada cálcica, sem ocorrência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+), influenciada pela geologia local (areias, calcários e/ou dolomitos) e sujeita ao fenómeno de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$). Também revelou estar sujeita a possível salinização devido à rega (salinização cerca de 7‰) e a forte contaminação antrópica [agrícola (fertilizantes, insecticidas) e industrial (vidro, cerâmica, pirotecnia, metalúrgica, têxteis, curtimentos, detergentes, tintas, desinfectantes, borracha, plásticos e/ou combustíveis fósseis)]. Apresentou concentração superior a uma água para consumo humano em ião fluoreto (F^-). De acordo com a classificação SAR, é uma água com baixo perigo de alcalinização e médio perigo de salinização.

A amostra de água da vala 52 revelou ser uma água doce, continental, oxidante, ácida, de fácies hidroquímica sulfatada cálcica, pouco mineralizada (condutividade eléctrica cerca de 309 $\mu\text{S}/\text{cm}$), sem ocorrência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+), influenciada pela geologia local (areias, calcários e/ou dolomitos) e sujeita ao fenómeno de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$). Apresentou sobressaturação em dióxido de carbono dissolvido e em fluorite. A amostra de água revelou uma forte contaminação antrópica [agrícola (fertilizantes, insecticidas, fungicidas) e industrial (vidro, cerâmica, pirotecnia, metalúrgica, têxteis, curtimentos, alimentar, detergentes, tintas, desinfectantes, borracha, plásticos e/ou combustíveis fósseis)]. Apresentou concentração superior a uma água para consumo humano em pH, ião fluoreto (F^-) e ião potássio (K^+). De acordo com a classificação SAR, é uma água com baixo perigo de alcalinização e médio perigo de salinização.

A amostra de água do rio de Areia 51 revelou ser uma água doce, continental, oxidante, neutra, de fácies hidroquímica bicarbonatada cálcica, sem ocorrência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+), influenciada pela geologia local (areias, calcários e/ou dolomitos) e sujeita ao fenómeno de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$). Apresentou sobressaturação em hidroxiapatite. Também revelou estar sujeita a possível salinização devido à rega (salinização cerca de 9‰) e a forte contaminação antrópica [agrícola (fertilizantes, insecticidas, fungicidas) e industrial (vidro,

cerâmica, pirotecnia, metalúrgica, têxteis, curtimentos, alimentar, farmacêutica, detergentes, tintas, desinfetantes, borracha, plásticos e/ou combustíveis fósseis)]. Apresentou concentração superior a uma água para consumo humano em ião nitrato (NO_3^-) e ião potássio (K^+). De acordo com a classificação SAR, é uma água com baixo perigo de alcalinização e médio perigo de salinização.

A amostra de água da intersecção da vala com o rio de Areia 49 revelou ser uma água doce, continental, branda, oxidante, ácida, de fácies hidroquímica sulfatada cálcica, pouco mineralizada (condutividade eléctrica cerca de $231 \mu\text{S}/\text{cm}$), sem ocorrência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+), influenciada pela geologia local (areias, calcários e/ou dolomitos) e sujeita ao fenómeno de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$). Apresentou sobressaturação em fluorite. Também revelou estar sujeita a possível salinização devido à rega (salinização cerca de 9‰) e a forte contaminação antrópica [agrícola (fertilizantes, insecticidas, fungicidas) e industrial (vidro, cerâmica, pirotecnia, metalúrgica, têxteis, curtimentos, detergentes, tintas, desinfetantes, borracha, plásticos e/ou combustíveis fósseis)]. Apresentou concentração superior a uma água para consumo humano em pH, ião fluoreto (F^-), ião brometo (Br^-) e ião potássio (K^+). De acordo com a classificação SAR, é uma água com baixo perigo de alcalinização e baixo perigo de salinização.

A amostra de água do rio de Areia 50 revelou ser uma água doce, continental, branda, oxidante, neutra, de fácies hidroquímica sulfatada-bicarbonatada cálcica, sem ocorrência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+), influenciada pela geologia local (areias, calcários e/ou dolomitos) e sujeita ao fenómeno de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$). Também revelou estar sujeita a possível salinização devido à rega (salinização cerca de 7‰) e a forte contaminação antrópica [agrícola (fertilizantes, insecticidas, fungicidas) e industrial (vidro, cerâmica, pirotecnia, metalúrgica, têxteis, curtimentos, alimentar, farmacêutica, detergentes, tintas, desinfetantes, borracha, plásticos e/ou combustíveis fósseis)]. Apresentou concentração superior a uma água para consumo humano em ião brometo (Br^-) e ião nitrato (NO_3^-). De acordo com a classificação SAR, é uma água com baixo perigo de alcalinização e médio perigo de salinização.

Por intermédio do gráfico logarítmico da razão Br^-/Cl^- (mg/l) em função do ião cloreto (Cl^-) (fig. 6.44), as amostras de água poluídas revelaram também estar poluídas por efluentes de fossas sépticas. (Panno, 2006, *in* Siegel e Kight, 2011). No entanto, seria necessário terem-se realizado análises bacteriológicas para confirmação dos resultados do gráfico.

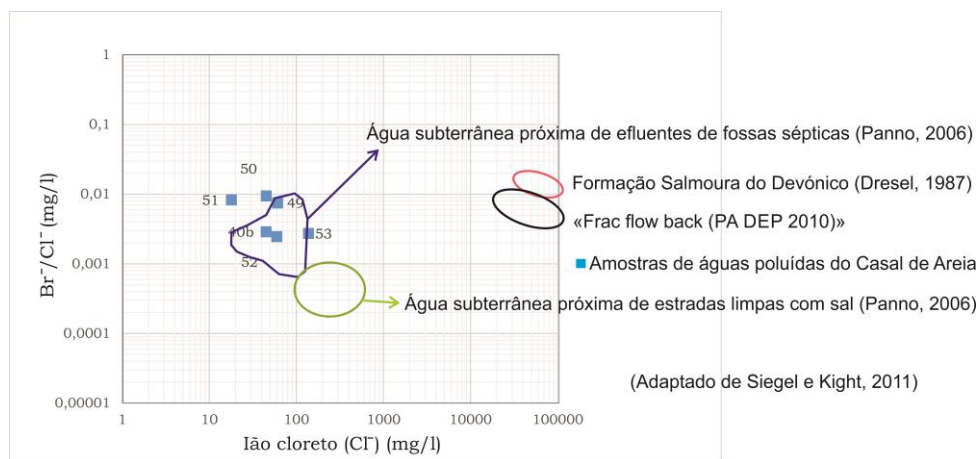


Figura 6.44 – Contaminação por efluentes de fossas sépticas. («Frac flow back» significa água que retor-

na à superfície depois de ter completado o processo de fracturação hidráulica durante a extracção de gás natural)

No mesmo ano, Julho de 2011, para comparação, apenas foi analisada uma amostra de água 40, do Casal de Areia, sem existirem queixas dos agricultores. Esta revelou ser uma água doce, continental, branda, oxidante, neutra, de fácies hidroquímica cloretada sódica, sem ocorrência de troca de ião cálcio (Ca^{2+}) pelo ião sódio (Na^+), influenciada pela geologia local (areias, calcários e/ou dolomitos) e sujeita aos fenómenos de evaporação (salinidade cerca de 12‰) e de libertação dos iões ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) nas rochas aquíferas e fixação dos iões ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$). Revelou, também, contaminação pela actividade agrícola (adubos químicos) e por efluentes industriais (vidro, cerâmica, metalúrgica, baterias, tintas e/ou curtimentos). Apresentou concentração superior a uma água para consumo humano em ião fluoreto (F^-). De acordo com a classificação SAR, é uma água com baixo perigo de alcalinização e médio perigo de salinização.

Tendo conhecimento da existência de anteriores queixas semelhantes no mesmo local (40b, 52 e 49), procurou-se saber se teriam realizado análises e qual o resultado a que teriam chegado. Verificou-se que nenhuma instituição realizou análises para este evento [Câmara Municipal de Alcobaça e ex-ARH Tejo (ex Administração dos Recursos Hídricos, agora APA – Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.)]. Mais tarde em 2013, a Câmara Municipal de Alcobaça realizou análises a dois locais no Casal de Areia. Entretanto, durante a pesquisa bibliográfica, descobriu-se uma tese de mestrado em Engenharia do Ambiente da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (Verdasca, 2008) com análises de três captações no Casal de Areia realizadas em 2007, sendo uma coincidente com a da Câmara Municipal de Alcobaça. (Fig. 6.45)

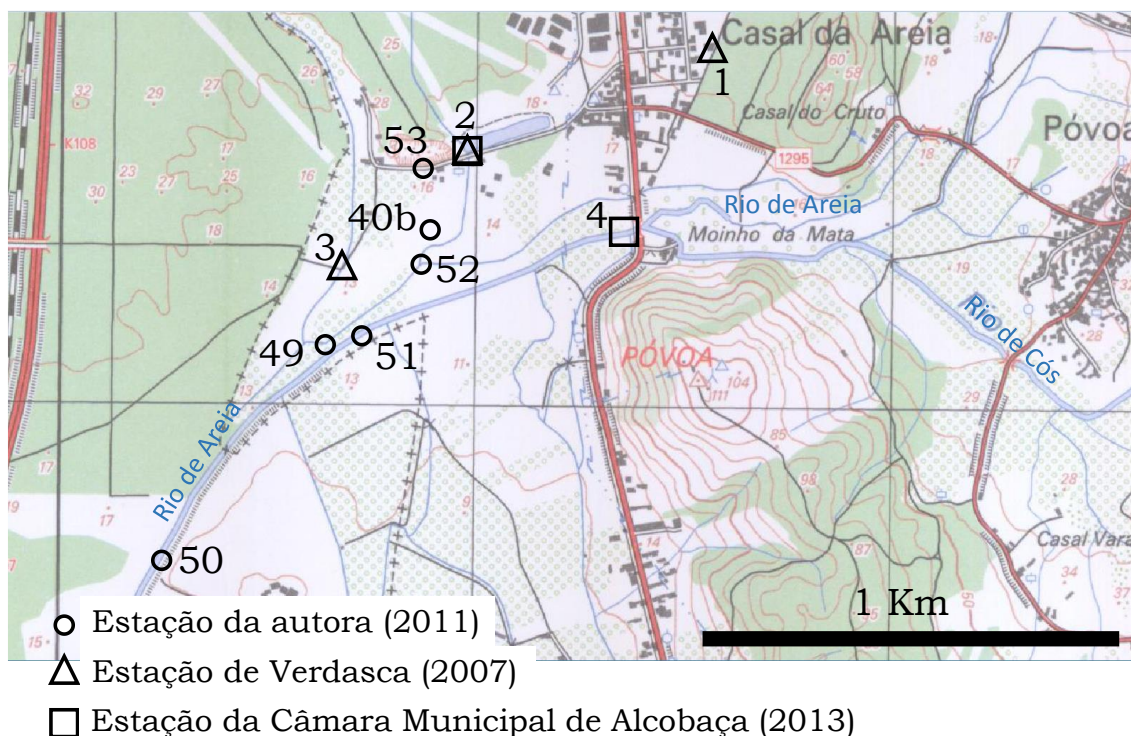


Figura 6.45 – Localização dos pontos de amostragem (ano da colheita)

Os resultados das análises às águas amostradas em 2007, nos três tipos de captação [(furo particular (1), «linha verde» (2) e ribeira (3)] realizadas no Laboratório do Grupo de Projectos e Equipamentos Ambientais do Departamento de Ciências e Eng^a do Ambiente e no Laboratório de Química da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (Verdasca, 2008), revelaram diferenças na sua composição físico-química. (**Quadro 6.VII**)

O furo particular (1) localiza-se próximo das indústrias, nomeadamente da vidreira, e serviu para determinar se as águas subterrâneas estariam a ser contaminadas pelos efluentes industriais.

A «linha verde» (2) é um canal de efluentes industriais do Casal de Areia, que em princípio recebem tratamento na indústria que os produziu antes de serem lançados no ambiente. A amostragem neste canal serviu para conhecer que contaminantes poderiam ainda ser detectados.

A ribeira (3) encontra-se afastada da zona industrial e serviu como referência, ou seja, para conhecer a composição de uma água superficial sem influência, em princípio, dos poluentes industriais.

As três captações localizam-se em areias do Quaternário, encontrando-se o furo particular 1 próximo da formação do Plio-Plistocénico Indiferenciado (alternância de areias com bancadas finas de calcário gresoso).

De acordo com as informações do site do Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), em Abril de 2007, a temperatura média do ar foi de cerca de 10°C e a precipitação de cerca de 40 mm, e em Junho de 2007, a temperatura média do ar foi entre cerca de 16°C e 18°C e a precipitação de cerca de 40 mm.

Quadro 6.VII – Resultados das amostragens de Verdasca (2008). (n.d. significa não detectado)

Campanha	Abril de 2007			Junho de 2007		
Estação	furo 1	«linha verde» 2	ribeira 3	furo 1	«linha verde» 2	ribeira 3
pH	3,92	7,74	7,42	4,1	7,42	6,81
Sólidos Suspensos Totais (SST) (mg/l)	0,4	84	5,6	2	472	0,33
Oxigénio Dissolvido (mg/l)	5,7	8,2	7,1	5,5	6,3	6,2
Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO) (mg/l)	0	1,2	0,4	0,2	n.d.	n.d.
Oxidabilidade (mg/l)	2,42	4,68	6,94	2,88	10,24	10,88
Fósforo total (mg/l)	0,07	0,04	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ortofosfatos (H_3PO_4 , H_2PO_4^- , HPO_4^{2-}) (mg/l)	0,04	0,03	n.d.	0,01	n.d.	n.d.
Ca^{2+} (catião cálcio) (mg/l)	29,81	159,58	22,83	27,49	58,66	25,23
Mg^{2+} (catião magnésio) (mg/l)	15,86	14,09	7,56	11,47	14,39	7,56
K^+ (catião potássio) (mg/l)	25,5	13,42	5,7	13,52	6,93	5,27
Na^+ (catião sódio) (mg/l)	17,36	70,78	67,81	12,37	85,99	48,98
F^- (anião fluoreto) (mg/l)	29,58	3,6	0,65	33,78	n.d.	n.d.
Cl^- (anião cloreto) (mg/l)	21,13	134	147	18,13	263	161
Br^- (anião brometo) (mg/l)	n.d.	n.d.	0,23	n.d.	n.d.	n.d.
NO_3^- (anião nitrato) (mg/l)	26,84	2,82	7,87	23,72	5,28	10,2
PO_4^{3-} (anião fosfato) (mg/l)	n.d.	0	0,77	n.d.	0	0,55
SO_4^{2-} (anião sulfato) (mg/l)	488,99	59	48,8	567,17	54	41,89
Al^{3+} (catião alumínio) (mg/l)	110,22	1,11	0,07	91,94	5,88	0,08
Si (elemento silício) (mg/l)	16,99	9,02	3,8	11,11	7,85	4,11
V^{5+} (catião vanádio) (mg/l)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cr^{3+} (catião cromo) (mg/l)	n.d.	n.d.	n.d.	0,01	0,01	n.d.
Mn (elemento manganês) (mg/l)	1,76	0,07	n.d.	1,11	0,02	0,03
Fe (elemento ferro) (mg/l)	0,19	0,64	0,73	0,04	0,26	0,31
Co (elemento cobalto) (mg/l)	0,1	n.d.	n.d.	0,06	n.d.	n.d.
Ni (elemento níquel) (mg/l)	0,05	n.d.	n.d.	0,05	0,01	0,01
Cu (elemento cobre) (mg/l)	n.d.	n.d.	n.d.	0,02	n.d.	n.d.
Zn^{2+} (catião zinco) (mg/l)	0,63	0,09	0,005	1,35	0,11	0,02
Cd^{2+} (catião cádmio) (mg/l)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,01
Tl (elemento tálio) (mg/l)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Pb^{2+} (catião chumbo) (mg/l)	n.d.	0,19	0	0,03	0,02	0,01
B^{3+} (catião boro) (mg/l)	0,07	0,13	0	0,05	0,13	0,03
Ba^{2+} (catião bário) (mg/l)	0,06	n.d.	n.d.	0,07	0,04	0,01

Analisando os dados de Verdasca (2008), verifica-se que a água subterrânea (furo particular 1) é uma água ácida e a água superficial é uma água neutra (ribeira 3) a ligeiramente básica («linha verde» 2). A acidez da água do furo analisada está associada à abundância de manganês (Mn), de alumínio (Al), de ião sulfato (SO_4^{2-}) e de ião fluoreto (F^-). De acordo com o DL n.º 306/2007 de 27 de Agosto, os parâmetros manganês (Mn), alumínio (Al), sulfato (SO_4^{2-}) e fluoreto (F^-) ultrapassaram os valores de 0,05 mg/l, de 0,2 mg/l, de 250 mg/l e de 1,5 mg/l, respectivamente, para uma água de consumo humano. Analisando as análises obtidas verificou-se que a água do furo (1) apresentou ião nitrato (NO_3^-), silício (Si), cromo (Cr), níquel (Ni), cobre (Cu), zinco (Zn), chumbo (Pb) e bário (Ba) com concentrações superiores aos das águas superficiais. Somente o níquel (Ni), o zinco (Zn) e o chumbo (Pb) (este na campanha de Junho de 2007) apresentaram valores superiores aos valores paramétricos: 0,02 mg/l, 0,5 mg/l e 0,01 mg/l, respectivamente. (DL n.º 306/2007, de 27 de Agosto e DL n.º 236/98, de 1 de Agosto). No entanto, outros parâmetros apresentaram-se com concentrações superiores a uma água para consumo humano. O ião potássio foi detectado nas duas campanhas do furo (1) com concentração superior a 12 mg/l, de acordo com a legislação da Noruega. (Reimann e Caritat, 1998). O silício (Si) foi detectado com concentração superior a 10 mg/l (legislação de Rússia, *in*: Reimann e Caritat, 1998), também nas duas campanhas do furo (1). Todos estes parâmetros denunciam a contaminação pela agricultura (fertilizantes) e pelas indústrias vidreira, cerâmica, detergentes e/ou metalúrgica.

As águas superficiais analisadas («linha verde» 2 e ribeira 3), comparando com o furo (1), apresentaram valores mais altos de sólidos suspensos totais (SST), de oxigénio dissolvido, de carência bioquímica de oxigénio (CBO), de oxidabilidade e de fósforo total. Considerando os critérios do DL n.º 152/97, de 19 de Maio e do DL n.º 306/2007, de 27 de Agosto, a água da «linha verde» (2) apresentou alta concentração em sólidos suspensos totais (SST) nas duas campanhas de amostragem (Abril de 2007 e Junho de 2007) e alto valor de oxidabilidade na campanha de Junho de 2007, excedendo os valores máximos permitidos de 35 mg/l e 5 mg/l, respectivamente. A água amostrada da ribeira (3) apresentou valor de oxidabilidade nas duas campanhas, superior ao valor máximo para uma água de consumo humano (5 mg/l; DL n.º 306/2007, de 27 de Agosto), o que denuncia a presença na água de matéria orgânica e inorgânica oxidável (nitritos, sais ferrosos e sulfetos).

Comparando os dados obtidos na «linha verde» (2) com a da ribeira (3), a água da «linha verde» (2) apresentou concentrações em ião cálcio (Ca^{2+}), ião magnésio (Mg^{2+}), ião potássio (K^+), ião sódio (Na^+), ião fluoreto (F^-), ião cloreto (Cl^-), ião sulfato (SO_4^{2-}), alumínio (Al), silício (Si), zinco (Zn), chumbo (Pb), boro (B) e bário (Ba) superiores às da ribeira (3). As concentrações de ião fluoreto (F^-), de alumínio (Al) e de chumbo (Pb) apresentaram-se acima dos valores paramétricos. O ião potássio (K^+), segundo Custodio e Llamas (1996), nas águas doces encontra-se em concentrações entre 0,1 e 10 mg/l. Pereira (2005; *in* Verdasca, 2008) sugere que a concentração de potássio superior a 10 mg/l esteja relacionada com o uso de fertilizantes agrícolas. A água da ribeira (3) ainda apresentou ião brometo (Br^-), ião fosfato (PO_4^{3-}) e cádmio (Cd), o que sugere o uso de fertilizantes agrícolas próximo a esta ribeira e a contaminação por pigmentos (presença de cádmio) usados na fabricação de cerâmica, de vidro ou de cristais.

Em 2013, a Câmara Municipal de Alcobaça iniciou uma monitorização em dois locais, na «linha verde» (2) e na «descarga junto à ponte» do rio de Areia, onde surge na estrada a indicação do nome da povoação «Moinho da Mata» (4). A «descarga junto à ponte» é um canal de efluentes de águas pluviais do

Casal de Areia, onde em princípio nenhuma indústria deveria libertar os seus resíduos. Os dados das análises realizadas no Laboratório GlobalLab expõem-se no **Quadro 6.VIII**.

Quadro 6.VIII – Análises obtidas nos dois pontos de amostragem («linha verde» e descarga junto à ponte) da Câmara Municipal de Alcobaça

Local	Data	Hora	Bactérias Coliformes totais (ufc/100ml)	Contagem de Coliformes Fecais (ufc/100ml)	Contagem de Enterococos intestinais (ufc/100ml)	pH
linha verde	26/09/2013	10:45	3,00E+04	6,70E+03	2,50E+03	7,7
linha verde	26/09/2013	15:10	9,50E+04	1,80E+04	4,40E+03	8,5
ponte	26/09/2013	15:00	9,10E+06	6,30E+06	4,70E+04	6,1
ponte	26/09/2013	10:40	8,70E+06	7,80E+06	5,40E+05	6,4
ponte	27/09/2013	09:00	9,30E+06	3,40E+05	1,80E+05	7,5
linha verde	27/09/2013	09:05	8,70E+06	1,80E+05	1,00E+04	6,9
ponte	30/09/2013	13:00	3,40E+06	6,10E+05	8,40E+05	7,5
linha verde	30/09/2013	13:05	3,90E+06	5,10E+05	8,50E+05	7,9
Local	Data	Hora	Condutividade eléctrica (µS/cm)	Sólidos Suspensos Totais (mg/l)	Sólidos Dissolvidos Totais (mg/l)	Cloretos (Cl) (mg/l)
linha verde	26/09/2013	10:45	1100	21	600	350
linha verde	26/09/2013	15:10	950	770	510	180
ponte	26/09/2013	15:00	160	81	870	310
ponte	26/09/2013	10:40	1400	36	730	230
ponte	27/09/2013	09:00	254	56	71	14
linha verde	27/09/2013	09:05	140	160	130	29
ponte	30/09/2013	13:00	272	140	150	48
linha verde	30/09/2013	13:05	167,0	230	88	18
Local	Data	Hora	Carência Química de Oxigénio (O ₂) (mg/l)	Carência Bioquímica de Oxigénio (O ₂) (mg/l)	Azoto Amoníacal (NH ₄) (mg/l)	Azoto total (N) (mg/l)
linha verde	26/09/2013	10:45	41	<3	0,1	<2
linha verde	26/09/2013	15:10	240	<3	1,9	<2
ponte	26/09/2013	15:00	930	230	7,4	19
ponte	26/09/2013	10:40	690	430	6,6	13
ponte	27/09/2013	09:00	120	3	0,3	4,9
linha verde	27/09/2013	09:05	520	36	0,1	9,1
ponte	30/09/2013	13:00	220	62	<0,1	7
linha verde	30/09/2013	13:05	340	40	0,1	2,8
Local	Data	Hora	Hidrocarbonetos totais (mg/l)	Óleos e Gorduras (mg/l)		
linha verde	26/09/2013	10:45	<2	<2		
linha verde	26/09/2013	15:10	<2	7,2		
ponte	26/09/2013	15:00	<2	<2		
ponte	26/09/2013	10:40	<2	<2		
ponte	27/09/2013	09:00	<2	<2		
linha verde	27/09/2013	09:05	7,8	11		
ponte	30/09/2013	13:00	<2	<2		
linha verde	30/09/2013	13:05	11	17		

Os dados revelaram águas neutras a básicas nas amostras de água da «linha verde» e levemente ácidas a levemente básicas nas amostras de água da «descarga junto à ponte». A condutividade eléctrica da amostra de água da «linha verde», dos dias 26 e 27 de Setembro, diminuiu, e no dia 30 de Setembro

aumentou em relação ao último valor medido. Este fenómeno acontece também para o parâmetro ião cloreto (Cl^-) e carência química de oxigénio (CQO) na amostra de água da «descarga junto à ponte». Os parâmetros sólidos dissolvidos totais (SDT), ião cloreto (Cl^-), carência química de oxigénio (CQO), carência bioquímica de oxigénio (CBO) e óleos e gorduras da água amostrada da «linha verde» apresentaram valores de concentração menores no dia 26 de Setembro, indo aumentando para o dia 30 de Setembro. Valores superiores a 2mg/l de hidrocarbonetos e de óleos e gorduras encontram-se na água amostrada na «linha verde».

Comparando os dois locais de colheita de amostra de água, verificou-se que a água amostrada na «linha verde» apresentou valores superiores aos permitidos pelos DL n.º 306/2007 de 27 de Agosto, DL n.º 236/98 de 1 de Agosto e DL n.º 152/97 de 19 de Maio, nos seguintes parâmetros:

- sólidos suspensos totais (SST) e carência química de oxigénio (CQO) nas três últimas análises (25 mg/l; DL n.º 236/98 de 1 de Agosto; 125 mg/l, DL n.º 152/97 de 19 de Maio),
- ião cloreto (Cl^-) na primeira amostragem (250 mg/l; DL n.º 306/2007 de 27 de Agosto),
- carência bioquímica de oxigénio (CBO) nas duas últimas análises (3 mg/l; DL n.º 236/98 de 1 de Agosto),
- óleos e gorduras na última análise (15 mg/l; DL n.º 236/98 de 1 de Agosto).

A água amostrada na «descarga junto à ponte» apresentou valores superiores aos permitidos nos seguintes parâmetros:

- ião cloreto (Cl^-) e azoto total (N) na primeira análise,
- carência bioquímica de oxigénio (CBO) e carência química de oxigénio (CQO) nas duas primeiras análises e na última.

Em ambos os pontos de amostragem verificam-se valores não permitidos de azoto amoniacal (NH_4) (15 mg/l; DL n.º 152/97 de 19 de Maio e DL n.º 236/98 de 1 de Agosto) e de hidrocarbonetos totais (0,0001 mg/l; DL n.º 306/2007 de 27 de Agosto). O parâmetro azoto amoniacal (NH_4) apresentou valores mais elevados nas amostras de água da «descarga junto à ponte» do que nas amostras de água da «linha verde» sugerindo contaminação por águas residuais urbanas. (Custodio e Llamas, 1996)

Bacteriologicamente, as amostras de água apresentaram valores superiores aos estipulados para a «classificação dos cursos de água superficiais de acordo com as suas características de qualidade para usos múltiplos», sendo por isso classificadas de águas muito más (classe E) – superior a 50000 para coliformes totais, superior a 20000 para coliformes fecais e para estreptococos intestinais. (Site SNIRH, 01/02/2014)

Outros dados no Casal de Areia, próximo a este evento de poluição, foram obtidos em diferentes captações e datas: um furo (13) em Março de 2011 com uma segunda colheita em Julho de 2012 (consultar o subcapítulo «6.4 – Evolução espacial e temporal dos recursos hídricos (2011 a 2013)»); uma nascente (77) em Novembro de 2012; uma lagoa (66) em Julho de 2012 e rios de Cós e de Areia em Fevereiro de 2013. (Consultar os capítulos «4 – Apresentação dos dados», «5 – Interpretação dos dados»). (Fig. 6.46)

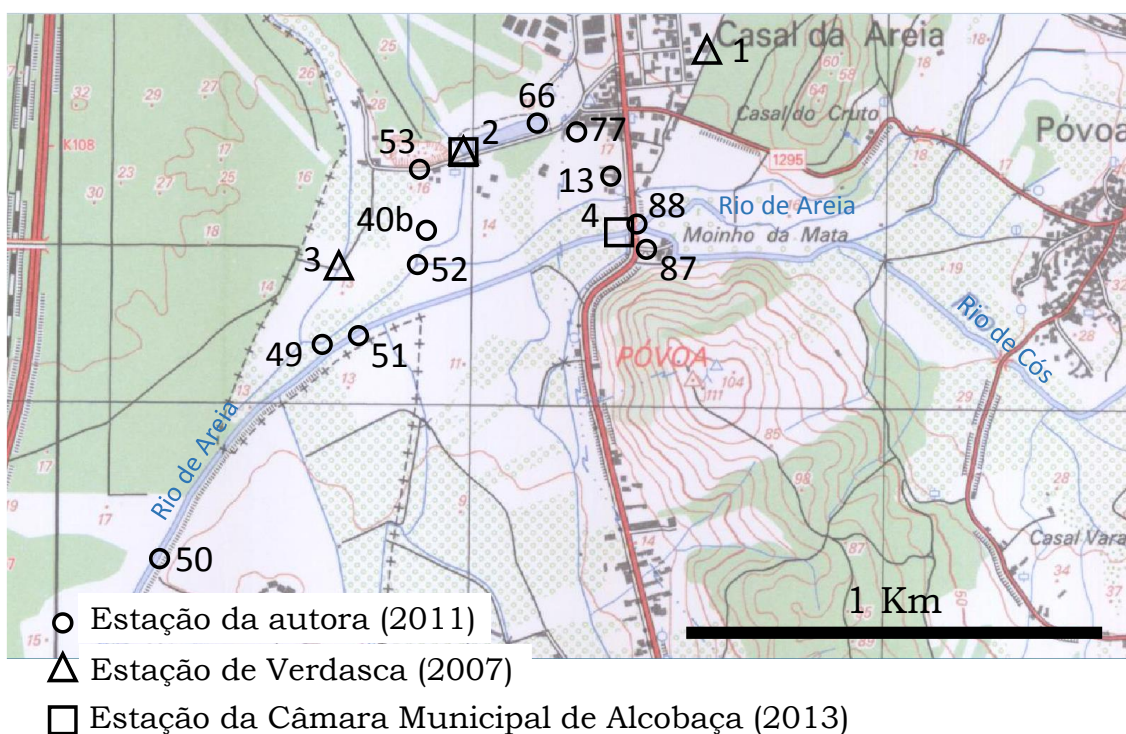


Figura 6.46 – Localização de outros pontos de amostragem (ano da colheita)

As amostras de água do furo 13 revelaram ser ácidas de fácies hidroquímica sulfatada cálcica e fortemente contaminadas pelos produtos da actividade agrícola (fertilizantes) e indústrias de vidro, de cerâmica, da metalúrgica, dos têxteis, dos plásticos e/ou dos curtumes, com os seguintes parâmetros superiores a uma água para consumo humano: pH, ião fluoreto (F^-), ião potássio (K^+) e ião sulfato (SO_4^{2-}), este último na primeira colheita de amostra.

A amostra de água da nascente 77 revelou ser fracamente ácida de fácies hidroquímica cloretada magnésica e contaminada por adubos químicos e/ou por efluentes industriais de vidros, cerâmica, metais, baterias, tintas e/ou curtimentos. Apresentou apenas o pH superior a uma água para consumo humano.

A amostra de água da lagoa 66 revelou ser fracamente ácida de fácies cloretada sódica e fortemente contaminada por adubos químicos e/ou pelos efluentes industriais (vidros, cerâmica, metais, baterias, tintas, curtimentos, farmacêutica, pigmentação e estamparia têxtil, metalúrgica, de construção, como anticorrosivo para ferro e aço, e/ou alimentar). Apresentou ião nitrito (NO_2^-) e pH superiores a uma água para consumo humano.

A amostra de água do rio de Cós (87) revelou ser fracamente básica de fácies hidroquímica bicarbonatada cálcico-magnésica e contaminada pela actividade agrícola (fertilizantes) e por efluentes de indústria de vidro, metais, plásticos e/ou águas residuais ETAR. Apresentou ião fluoreto superior a uma água para consumo humano.

A amostra de água do rio de Areia (88) revelou ser fracamente básica de fácies hidroquímica bicarbonatada cálcica e contaminada pela actividade agrícola (fertilizantes) e pelos efluentes industriais (águas residuais da ETAR, vidro, metais e/ou plásticos). Também revelou ião fluoreto superior a uma água para consumo humano.

Face aos dados apresentados, verifica-se que a zona do Casal de Areia apresenta características de estar contaminada pelas várias indústrias locais. No entanto, as «águas poluídas» apresentaram dois tipos de contaminação. As águas poluídas que vêm do ponto de amostragem 53 (canal de cimento) e da «linha verde» têm origem em efluentes industriais. Estas seguem pelas valas de terra até atingirem o ponto de amostragem 49, o qual intersecta o rio de Areia. O rio de Areia, a partir do ponto de amostragem «descarga junto à ponte», apresenta contaminantes característicos de efluentes urbanos, o que não deveria acontecer. A amostra de água 51 foi colhida no troço do rio de Areia entre a «descarga junto à ponte» e no local da amostragem 49. A amostra de água 50 resulta da mistura dos dois tipos de efluentes: industriais e urbanos.

Sugere-se a monitorização físico-química e bacteriológica da zona, pelo menos nas estações «descarga junto à ponte», «linha verde» e ribeira sem influência dos poluentes industriais e urbanos. Isto permitirá identificar a origem/causa e melhorar as técnicas de tratamento dos efluentes antes de os libertar na natureza.

6.7 – Contribuição para o conhecimento hidrogeológico da Várzea da Nazaré

A Várzea da Nazaré, de acordo com o DL n.º 117/2015 de 23 de Junho (alteração do DL n.º 347/2007 de 19 de Outubro), passou a localizar-se na Região Hidrográfica (RH) com o código RH5, designada por Tejo e Ribeiras do Oeste, na Bacia do Rio Alcobaça, incluída na Bacia Hidrográfica «das ribeiras da costa localizadas entre o limite sul da bacia hidrográfica do rio Lis e o Cabo Raso, e os respectivos espaços localizados entre estas bacias», e distribuídas por quatro massas de água «subterrâneas localizadas no interior do limite da bacia hidrográfica atrás identificada»:

- Caldas da Rainha - Nazaré (código de massa de água PTO33);
- Alpedriz (código de massa de água PTO19);
- Orla Ocidental Indiferenciada das Bacias das Ribeiras do Oeste (código de massa de água PTO04RH5);
- Maciço Calcário Estremenho (código de massa de água PTO20_C2).

O quadro seguinte resume as características das massas de água com os dados de 2011, alterando apenas o código. (**Quadro 6.IX**)

Quadro 6.IX – Caracterização resumida das massas de água. (Adaptado das Fichas de Diagnóstico da ARH Tejo de 2011)

Código de Massa de Água	PTO04RH5	PTO33		PTO19	PTO20_C2
Designação da Massa de Água	Orla Ocidental indiferenciada das Bacias das Ribeiras do Oeste	Caldas da Rainha	Nazaré	Alpedriz	Maciço Calcário Estremenho
Meio Hidrogeológico	Poroso, fissurado e cársico (na área em estudo é poroso)	Poroso		Poroso	Cársico
Aquífero	Livre	Livre a confinado		Livre a confinado	Livre
Produtividade (l/s)	0 - 117	1,1 - 36	3 - 20	0,44 - 15	0 - 20
Transmissividade (m ³ /dia)	1 - 3000	30 - 450	30 - 570	4 - 156	1 - 4800
Estado químico	Bom, mas com tendência significativa de subida do parâmetro cádmio	Medíocre por causa dos nitratos		Medíocre por causa do azoto amoniacal	Bom, com tendência de descida dos cloretos e sulfatos
Substâncias prioritárias e outros poluentes que se detectam, embora não quantificáveis, estão associados a:	Indústrias transformadoras Lixei­ras encerradas Campos de Golfe Agricultura Pecuária			Pecuária Campos de Golfe e/ou Agricultura	Indústrias transformadoras Lixei­ras encerradas
Estado Quantitativo	Bom	Bom		Bom	Bom
Taxa de exploração	12,9%	35,6%		15,5%	0,6%
Monitorização (Estação)	Inexistente	Inexistente		1 estação	1 estação
Captações	33 de abastecimento público com perímetro de protecção publicado em Diário da República	Metade das captações de água subterrânea para abastecimento público identificadas nesta massa de água apresentam perímetro de protecção publicado em Diário da República		5 de abastecimento público com perímetro de protecção publicado em Diário da República	4 de abastecimento público com perímetro de protecção publicado em Diário da República

No geral, estas informações parecem não ter sofrido grandes variações, como se poderá ver no «Anexo III – Fichas de massa de água subterrânea» da «Parte 5 – Objectivos» da «Versão provisória dos PGRH em consulta pública». (<http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=7&sub2ref=9&sub3re>)

[f=848](#); 11/02/2016).

Este plano de gestão dos recursos hídricos (PGRH) tem como objectivos gerais:

- a delimitação e caracterização da região hidrográfica,
- a revisão das zonas protegidas:
 - zonas de captação de água para a produção de água para consumo humano,
 - zonas designadas para protecção de espécies aquáticas de interesse económico,
 - zonas designadas como águas de recreio,
 - zonas designadas como zonas sensíveis em termos de nutrientes,
 - zonas designadas como zonas vulneráveis,
 - zonas designadas para a protecção de habitats, de fauna e flora selvagens e a conservação de aves selvagens,
- pressões sobre a massa de água:
 - pressões qualitativas:
 - poluição pontual – «a rejeição de águas residuais provenientes de diversas actividades, nomeadamente de origem urbana, industrial e pecuária»,
 - poluição difusa – «resultam do arrastamento de poluentes naturais e antropogénicos (agro-pecuária e indústria) por escoamento superficial até às massas de água superficiais ou por lixiviação até às massas de água subterrâneas» (fossas sépticas colectivas e individuais, áreas agrícolas, campos de golfe, pecuária intensiva com valorização agrícola, pecuária extensiva, indústria mineira),
 - pressões quantitativas – «referentes às actividades de captação de água para fins diversos, nomeadamente para produção de água destinada ao consumo humano, para rega ou para a actividade industrial»,
 - pressões hidromorfológicas – «de origem antropogénica correspondem a alterações físicas nas áreas de drenagem, nos leitos e nas margens das massas de água e a alterações do regime hidrológico das massas de água» (captações de água, transferências e desvios de água, regularização fluvial, cortes de vegetação ripícola, instalação de barragem/açude, extracção de inertes),
 - pressões biológicas – «associam-se com as cargas piscícolas em meio dulçaquícola e com a presença de espécies exóticas»,
 - programas de monitorização (águas superficiais, águas subterrâneas, zonas protegidas),
 - classificação do estado das massas de água:
 - ecológico – «qualidade (biológicos, químicos e físico-químicos e hidromorfológicos)»,
 - químico – Normas de Qualidade Ambiental (NQA) para 45 substâncias estabelecidas na Diretiva 2013/39/UE, de 12 de Agosto,
 - estado das zonas protegidas – «avaliação complementar realizada segundo critérios específicos»,
 - disponibilidades e necessidades de água,
 - análise de perigos e riscos (alterações climáticas, inundações/cheias, seca, erosão hídrica/costeira, poluição accidental, acidentes em infraestruturas hidráulicas, sismos),

(http://www.apambiente.pt/zdata/Políticas/Agua/PlaneamentoGestao/PGRH_ParticipacaoPublica/PGRH_2/PTRH4A/PGRH4A_Parte2.pdf; 10/02/2016).

O estudo realizado ao longo deste trabalho contribuiu com dados, observações, interpretações e críticas numa área mais reduzida da região hidrográfica (RH5) Tejo e Ribeiras do Oeste, na qual ainda não haviam sido realizados estudos hidrogeológicos. Seguindo os objectivos do PGRH descritos acima, apontam-se as contribuições para o conhecimento hidrogeológico da Várzea da Nazaré.

Em relação à revisão das zonas vulneráveis contra a poluição causada pelo ião nitrato (NO_3^-) de origem agrícola (concentração nas águas superficiais e subterrâneas superior a 50 mg/l, DL n.º 235/97, de 3 Setembro, alterado pelo DL n.º 68/99, de 11 Março), verificou-se que o distrito de Leiria não apresenta zona vulnerável à poluição por ião nitrato. (**Fig. 6.47**)

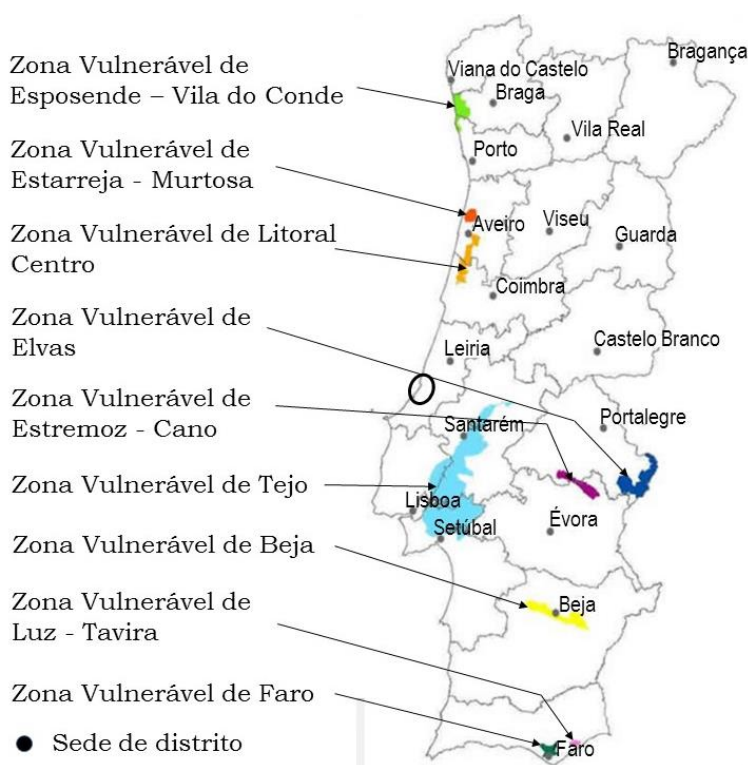


Figura 6.47 – Zonas Vulneráveis de Portugal continental. A elipse a preto assinala a localização aproximada da Várzea da Nazaré. (Adaptado de <http://www.dgadr.mamaot.pt/rec-hid/diretiva-nitratos>; 13/01/2015)

Considera-se zona vulnerável aquela em que a monitorização ao longo do tempo sobre a concentração do ião nitrato (NO_3^-) no aquífero superficial apresente tendência a aumentar, mesmo descontando a flutuação do nível piezométrico, no que refere a subida de marés e/ou climas húmidos.

Nos concelhos de Nazaré e de Alcobaça, com um conjunto de análises de águas de 2004 a 2011 (informação só de uma colheita de água) fornecidas por vários proprietários (Associação dos Agricultores de Alcobaça, Frubaça, Narcofruta, Cooperfrutas e Termas da Piedade) contruiu-se um mapa, no qual se revelaram as possíveis zonas vulneráveis, especialmente, a norte de Juncal. (**Fig. 6.48**)

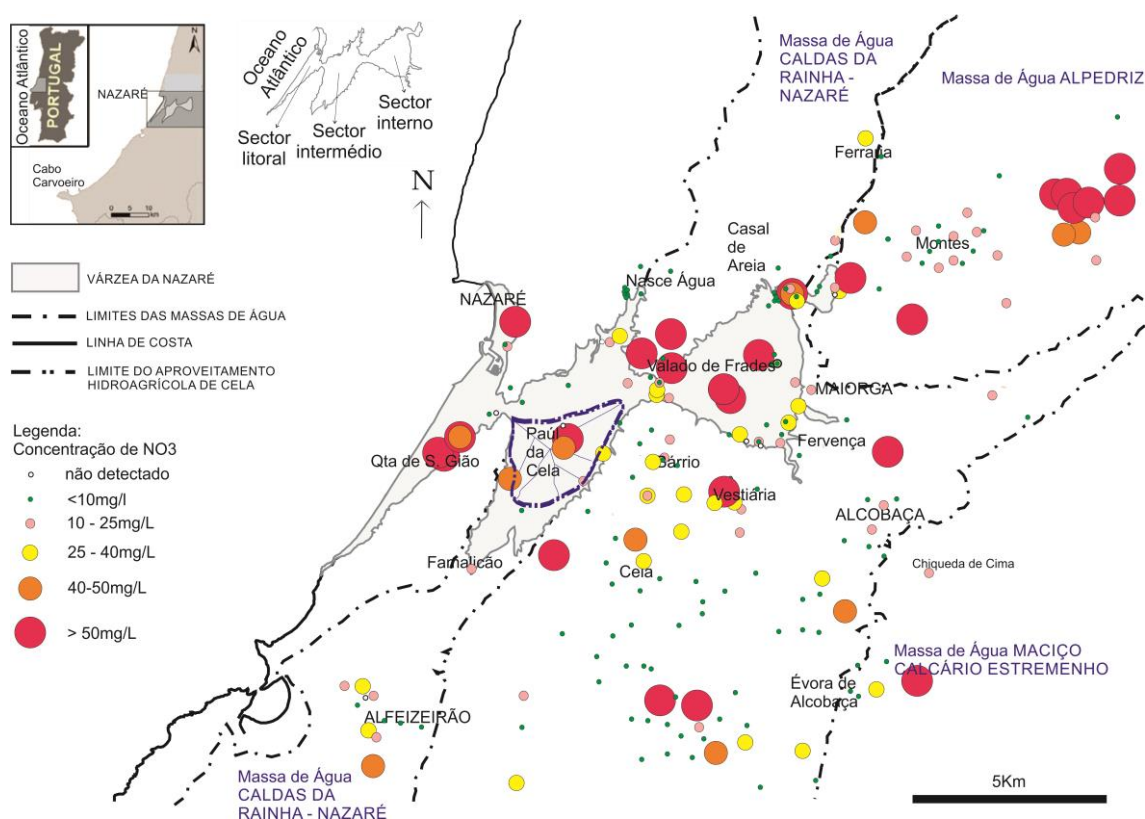


Figura 6.48 – Ião nitrato (NO_3^-) nas águas de rega dos proprietários fornecedores de produtos agrícolas

O mapa da **figura 6.48** ilustra os locais que apresentaram águas subterrâneas e superficiais com concentração em ião nitrato superior a 50 mg/l. Estas localizam-se em zonas de predomínio de pecuárias, nomeadamente de suiniculturas. No geral, as águas apresentam concentrações em ião nitrato (NO_3^-) inferiores a 10 mg/l.

Analisando as águas da Várzea da Nazaré, as concentrações de ião nitrato são variáveis, existindo várias águas com concentrações superiores a 50 mg/l.

O sector litoral da Várzea da Nazaré revelou na Nazaré um poço (33b, 33c) com cerca de 180 mg/l e 79 mg/l e dois furos na Quinta de São Gião (45 e 85) com cerca de 143 mg/l e cerca de 65 mg/l. O sector intermédio da Várzea da Nazaré apresentou em Valado dos Frades um poço (8 e 8b) com cerca de 336 mg/l e cerca de 304 mg/l, no Paúl da Cella um poço (79) com cerca de 94 mg/l. O sector interno da Várzea da Nazaré revelou em Bárrio um poço (44b) com cerca de 71 mg/l, em Alcobaça uma nascente (27) com cerca de 102 mg/l, em Montes um poço (18b) com cerca de 106 mg/l, em Valado dos Frades um poço (9) com cerca de 96 mg/l e uma nascente (86) com cerca de 135 mg/l, no Casal de Areia um furo (13) na primeira colheita com cerca de 50 mg/l, em Fervença dois poços (67 e 68) com cerca de 335 mg/l e cerca de 257 mg/l, respectivamente, e em Maiorga um furo (69) com cerca de 72 mg/l.

A contaminação/poluição por ião nitrato deve-se principalmente à agricultura e à pecuária. Independentemente da forma como o fertilizante com nitrogénio for aplicado, no intervalo de algumas semanas terá sido transformado em ião nitrato (NO_3^-). Este ião não é absorvido nem precipitado no solo e, por conseguinte, é facilmente lixiviado pelas chuvas fortes e pela água de infiltração. O ião nitrato não tem um efeito imediato na qualidade da água subterrânea, possivelmente devido à maioria ser lixiviado por percolação, infiltrando-se na zona não saturada com uma velocidade típica de cerca de um metro por ano

(Bell, 1998). Assim, pode haver um atraso considerável entre a aplicação do fertilizante e o consequente aumento da concentração de nitrato na água subterrânea. O efeito do intervalo de tempo, que geralmente, segundo Bell (1998), é da ordem dos 10 anos ou mais, torna muito difícil correlacionar a aplicação de fertilizantes com a concentração de ião nitrato em águas subterrâneas. Níveis de nitrato que actualmente são excessivamente altos podem ainda ser piores no futuro, porque a quantidade de fertilizante nitrogenado utilizado continuou a aumentar. (Bell, 1998).

Perante o apresentado, considera-se urgente não só adoptar mudanças nas práticas das actividades agrícolas, pecuárias, industriais e urbanas, que aumentem a quantidade de ião nitrato (NO_3^-) nas águas superficiais e subterrâneas, mas também monitorizar estes e/ou outros pontos, de forma a esclarecer se é ou não uma zona vulnerável. Segundo Stockmarr e Nyegaard (2005), deve correlacionar-se a hidrogeologia com a utilização de fertilizantes.

Em relação à pressão sobre as massas de água qualitativas, a reduzida análise detectou poluição pontual e difusa. A poluição pontual ocorreu nos recursos hídricos superficiais do Casal de Areia, em 2011, com o despejo de efluentes industriais (vidro, cerâmica, metalúrgica, têxteis, baterias, tintas, detergentes, desinfectantes, borracha, plástico, pirotecnia, alimentar, farmacêutica, curtimentos e/ou combustíveis fósseis) e de efluentes urbanos nas valas e rio de Areia, assim como a escorrência de águas da rega em terrenos com fertilizantes, insecticidas e fungicidas próximo do local afectado. A poluição difusa nos recursos hídricos superficiais analisados resultou da actividade agrícola, detectada em algumas amostras de água pela presença de fertilizantes nos três anos de amostragem, de pesticidas no ano de 2012 e de fungicidas no ano de 2013. A presença de efluentes de suinicultura foi detectada, em 2013, na segunda colheita do rio Águas Belas (39b). Nos três anos de amostragem detectaram-se, em algumas amostras de água superficiais, efluentes de industriais de vidro, cerâmica, metalúrgica, baterias, tintas, curtimentos, alimentar e/ou têxtil (corante). Em 2011, ainda se detectaram efluentes de indústria do plástico. Nos anos 2012 e 2013, detectaram-se os seguintes efluentes industriais: detergentes, borracha, farmacêutica, de construção (como anticorrosivo para ferro e aço) e/ou alimentar. Em 2012, detectou-se ainda aditivos de gasolina, e em 2013 detectaram-se efluentes industriais de plásticos, papel, pirotecnia, lentes, sabões, águas residuais da ETAR e/ou águas termais. Relativamente aos recursos hídricos subterrâneos detectou-se poluição difusa proveniente dos produtos resultantes da exploração agrícola (fertilizantes, pesticidas, insecticidas, fungicidas e/ou adubos químicos) e da pecuária (dejectos fecais e/ou suplementos da alimentação animal) e dos efluentes industriais de vidro, cerâmica, metalúrgica, baterias, tintas, curtimentos, alimentar, detergentes, borracha, aditivos de gasolina, têxteis e/ou pirotecnia, nos dois anos de amostragem. Detectando-se ainda, em algumas amostras de água subterrâneas analisadas em 2012, a contaminação por escorrência de águas das rodovias (furo 58, nascentes 37b e 37c, poços 67 e 68) e por efluentes da indústria de rações agro-pecuárias (nascente 65). Dever-se-á monitorizar, de forma mais completa e periódica, não só a composição físico-química como também a composição bacteriológica da Várzea da Nazaré.

O estudo hidroquímico permitiu fornecer não só um conhecimento geral sobre a pressão sobre as massas de água qualitativa (poluição pontual e difusa), mas também sobre o estado químico das massas de água. Os quadros resumem a qualidade geral das massas de água de acordo com os parâmetros físico-químicos analisados. (**Quadro 6.X e Quadro 6.XI**)

Quadro 6.X – Qualidade geral dos recursos hídricos superficiais analisados

Recursos hídricos superficiais	Ano	Massa de água da Orla Ocidental da Bacia das Ribeiras do Oeste	Massa de Água das Caldas da Rainha - Nazaré
Número de amostras estudadas	2011	4 (rio 25, vala 36, rio 39, rio 38)	1 (vala 40) 6 (valas: 40b, 49, 52 e 53, rios: 51 e 50)
	2012	7 (valas 62, 63, 36b e 71, rios 38b e 25b, lagoa 80)	1 (lagoa 66)
	2013	8 (rios: 87, 88, 89, 90, 38c, 39b, 91 e 92)	
Parâmetros superiores a uma água de consumo humano	2011	1 ião fluoreto (F ⁻) (rio 38) 1 manganês (Mn) (rio 38) 1 selénio (Se) (vala 36)	2 pH (valas: 49 e 52) 4 ião fluoreto (F ⁻) (valas: 40, 40b, 49 e 52) 2 ião nitrato (NO ₃ ⁻) (rio 50 e 51) 3 ião brometo (Br ⁻) (valas: 49 e 53, rio 50) 3 ião potássio (K ⁺) (valas: 49 e 52, rio 51) 4 bário (Ba) (vala 53) 1 cádmio (Cd) (vala 53) 1 selénio (Se) (vala 53)
	2012	1 ião nitrito (NO ₂ ⁻) (rio 25b) 1 ião fluoreto (F ⁻) (lagoa 80) 1 ião cloreto (Cl ⁻) (lagoa 80) 1 ião magnésio (Mg ²⁺) (lagoa 80) 1 ião potássio (K ⁺) (lagoa 80)	1 pH (lagoa 66) 1 ião nitrito (NO ₂ ⁻) (lagoa 66)
	2013	1 ião nitrito (NO ₂ ⁻) (rio 89) 7 ião fluoreto (F ⁻) (rios: 87, 88, 89, 90, 39b, 91 e 92) 1 ião nitrato (NO ₃ ⁻) (rio 92) 3 ião magnésio (Mg ²⁺) (rios: 89, 90 e 92) 3 ião potássio (K ⁺) (rios: 89, 39b e 91)	

Quadro 6.XI – Qualidade geral dos recursos hídricos subterrâneos analisados

Recursos hídricos subterrâneos	Ano	Massa de água da Orla Ocidental da Bacia das Ribeiras do Oeste	Massa de Água das Caldas da Rainha - Nazaré
Número de amostras estudadas	2011	30 (furos: 1, 3, 4, 5, 6, 7, 26, 30, 31 e 45; poços: 10, 15, 23, 24, 28, 29, 32, 33, 34, 41, 42, 43, 44, 47 e 48; nascentes: 2, 14, 27, 35 e 37)	9 (furos: 11, 13 e 20; poços: 8, 9, 12 e 46; nascentes: 19 e 21)
	2012	32 (furos: 58, 60, 61, 1b, 26b, 45b, 75, 81 e 85; poços: 10b, 33b, 34b, 48b, 24b, 32b, 33c, 42b, 43b, 44b, 47b, 48c, 70, 72 e 79; nascentes: 37b, 59, 64, 35b, 64b, 37c, 76 e 83)	16 (furos: 13b, 69, 78 e 82; poços: 8b, 12b, 67, 68, 74 e 84; nascentes: 21b, 19b, 21c, 73, 77 e 86)
Parâmetros superiores a uma água de consumo humano	2011	8 pH (furos: 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7; nascente 35) 2 condutividade eléctrica (poço 34; nascente 37) 3 ião cálcio (Ca^{2+}) (poços: 43 e 44; furo: 45) 2 ião sódio (Na^+) (poço: 34; nascente: 37) 6 ião potássio (K^+) (poços: 10, 33, 34, 44 e 48; nascente 27) 4 ião magnésio (Mg^{2+}) (poços: 43, 44 e 47; furo 45) 3 ião cloreto (Cl^-) (poços: 24 e 34; nascente 37) 2 ião nitrato (NO_3^-) (nascente 27; furo 45) 3 ião brometo (Br^-) (furos 26 e 45; poço 34) 3 bário (Ba) (poço 10; nascente 27; furo 31) 1 lítio (Li) (poço 10) 8 selénio (Se) (poços: 10, 24, 32, 34, 44 e 48; nascentes: 27 e 37) 4 manganês (Mn) (poços: 10, 24, 32 e 48) 2 arsénio (As) (poços: 44 e 48) 1 ferro (Fe) (poço 48)	4 pH (poço: 8; furo: 13, nascente: 19; furo: 20) 1 ião nitrato (NO_3^-) (furo: 13; poços: 8 e 9) 1 ião fluoreto (F^-) (furo: 13) 1 ião sódio (Na^+) (poço: 8) 2 ião potássio (K^+) (poços: 8 e 46; furo: 13) 1 ião sulfato (SO_4^{2-}) (furo: 13) 1 bário (Ba) (poço: 8) 1 selénio (Se) (poço: 8) 2 manganês (Mn) (poços: 8 e 12) 1 ferro (Fe) (poço: 12)
	2012	8 Condutividade eléctrica (furos: 58 e 60; nascentes: 59, 64, 64b e 37b; poços: 34b e 24b) 2 pH (furo 1b; nascente 35b) 15 ião cálcio (Ca^{2+}) (furos: 58, 60, 61 e 85; nascentes: 59, 64 e 37b; poços: 33b, 34b, 24b, 42b, 47b, 48c, 72 e 79) 17 ião magnésio (Mg^{2+}) (furos: 58, 60, 61, 26b e 85; nascentes: 59, 64 e 37b; poços: 33b, 34b, 24b, 42b, 47b, 48c, 70, 72 e 79) 8 ião sódio (Na^+) (furos: 58 e 60; nascentes 59, 64, 37b e 64b; poços: 34b e 79) 9 ião potássio (K^+) (furo: 58; nascente: 64b; poços: 33b, 34b, 48b, 44b, 48c, 72 e 79) 9 ião cloreto (Cl^-) (furos: 58 e 60; nascentes: 59, 64, 37b e 64b; poços: 34b, 24b e 72) 4 ião sulfato (SO_4^{2-}) (furo: 60; nascentes: 59, 64 e 64b) 4 ião nitrato (NO_3^-) (furo: 85; poços: 33b, 44b e 79) 1 ião nitrito (NO_2^-) (poço: 48c) 6 ião brometo (Br^-) (furos: 58 e 85; poços: 33b, 48b, 47b e 72) 3 ião fluoreto (F^-) (furo: 60; nascente: 64b; poço 70) 4 selénio (Se) (furos: 58 e 60; nascentes: 59 e 64b) 2 ferro (Fe) (furo: 58; poço 47b) 3 manganês (Mn) (furo: 58; poços: 47b e 48c) 2 bário (Ba) (furos: 58 e 61) 3 fósforo (P) (poços: 33b, 47b e 48c) 1 berílio (Be) (furo: 45b)	7 pH (furos: 13b e 69; nascentes: 19b, 21c e 77, poços: 67; furo: 69) 5 ião nitrato (NO_3^-) (furo: 69; nascente 86; poços: 8b, 67 e 68) 2 ião nitrito (NO_2^-) (nascente: 73; poço: 74) 3 ião cálcio (Ca^{2+}) (poços: 8, 67 e 68) 3 ião magnésio (Mg^{2+}) (nascente: 73; poços: 8b e 67) 6 ião potássio (K^+) (furos: 13b e 69; nascente: 86; poços: 8b, 67 e 68) 3 ião fluoreto (F^-) (furo: 13b; nascente: 73; poço: 67) 1 manganês (Mn) (furo: 69) 1 bário (Ba) (furo: 69)

(continuação)

Recursos hídricos subterrâneos	Ano	Massa de água de Alpedriz	Massa de água do Maciço Calcário Estremenho
Número de amostras estudadas	2011	4 (poços: 16, 18 e 22; nascente: 17)	0
	2012	2 (poços: 18b e 16b)	1 (nascente: 65)
Parâmetros superiores a uma água de consumo humano	2011	2 pH (poço: 16; nascente: 17) 1 ião potássio (K ⁺) (nascente: 17) 1 arsénio (As) (poço: 18)	
	2012	1 pH (poço: 16b) 1 ião nitrato (NO ₃ ⁻) (poço: 18b) 1 ião cálcio (Ca ²⁺) (poço: 18b) 1 ião magnésio (Mg ²⁺) (poço: 18b) 1 ião potássio (K ⁺) (poço: 18b) 1 níquel (Ni) (poço: 16b) 1 selénio (Se) (poço: 16b) 1 alumínio (Al) (poço: 16b) 1 manganês (Mn) (poço: 16b) 1 lítio (Li) (poço: 16b)	1 ião magnésio (Mg ²⁺) (nascente 65)

Os quadros apresentados revelam alguns parâmetros superiores a uma água de consumo humano que estão associados à geologia local e/ou a contaminantes das actividades antrópicas. Por exemplo, o ião sulfato (SO₄²⁻) surge em excesso nas amostras de água de águas termais (furo 60, nascentes: 59, 64 e 64b, todos em Fervença), característico da lixiviação dos minerais de gesso das rochas evaporíticas (Formação «Margas e Calcários de Dagorda» do Jurássico inferior). Outro exemplo é o do ião brometo (Br⁻), indicador da circulação da água por salmouras [provavelmente pela sua localização, os furos em Fervença (58), em Alcobaça (26) e na Quinta de São Gião (85)] e da presença de efluentes industriais de desinfetante de águas, de prismas ópticos, da indústria farmacêutica, de insecticidas e/ou de aditivos de gasolina [poços na Nazaré (34, 33b e 47b) e na Quinta de São Gião (48b e 72); valas 49 e 53 e rio de Areia 50, nas águas poluídas do Casal de Areia). No entanto, será necessário realizar mais análises incluindo outros parâmetros de avaliação, e de forma periódica, para se perceber melhor o que se passa na Várzea da Nazaré.

Relativamente à análise de perigos e riscos, ao longo deste trabalho (Caroça, 2015^a) detectaram-se várias situações ainda por resolver, as quais se indicam a seguir:

- Inexistência de monitorização das águas superficiais e subterrâneas;
- Inexistência de relatórios geotécnicos, de ensaios de caudal e de coordenadas geográficas que permitam conhecer as características hidrodinâmicas e construir um modelo conceptual hidrogeológico;
- Ausência de controlo nas perfurações, provocando perfurações profundas e contaminando vários níveis de aquíferos e/ou fenómenos de artesianismo (furo 26 em Alcobaça);
- Ausência de limpeza e reperfilamento das linhas de água, provocando cheias [cheia no rio de Alcobaça, em Fevereiro de 2014 que inundou parte do Paúl da Cela. (Caroça, 2014ⁱ);
- Inexistência de responsabilidade por danos ao solo;
- Escassez de estudos técnico-científicos como base para a legislação sobre a protecção dos solos e a segurança alimentar;

- Ausência de dados sobre a qualidade da água o que limita a realização da avaliação de riscos;
- Inexistência de estudos sobre os resíduos do ciclo urbano [águas residuais, lamas e composto (lama compostada)] e que limita a decisão do local onde se deverão aplicar;
- Desadequação das regras de concursos das ETARs, por valorização das lamas de depuração em oposição ao composto a aplicar no terreno;
- Ausência de regras uniformes nas entidades licenciadoras (DRAP, CCDR, APA) e nas unidades de compostagem;
- Reduzida fiscalização a nível dos locais de armazenamento e de despejo;
- Inexistência de legislação/normas para o composto;
- Inexistência de obrigatoriedade na realização de análises às lamas compostadas, nomeadamente compostos orgânicos e às dioxinas;
- Existência de poucos laboratórios;
- Mau preenchimento da guia de acompanhamento de resíduos para rastreio do seu movimento;
- Definição do preço da água;
- Ausência de legislação que obrigue à obtenção de licenças e concessões prévias para a instalação de infraestruturas hidráulicas nas margens, leitos e águas particulares;
- Inexistência de legislação para obras de fomento hidroagrícola, mas apenas para as infraestruturas hidráulicas;
- Obrigatoriedade de os proprietários elaborarem os programas de segurança de infraestruturas.

Finalizando, este estudo pioneiro desenvolveu uma base de dados preliminar sobre a Várzea da Nazaré, no que diz respeito à hidroquímica das águas analisadas, à fonte de contaminação, à gestão dos recursos hídricos e a problemas/críticas da população local. No futuro, os dados apresentados auxiliarão a desenvolver outras metodologias para a resolução dos problemas actuais e/ou futuros, nomeadamente no ordenamento regional e planeamento/gestão das massas de água, de forma a:

- Minimizar os riscos de poluição com implicações ambientais e de saúde pública (humana e animal);
- Garantir a qualidade das águas superficiais e subterrâneas;
- Minimizar e evitar o impacto da actividade humana;
- Auxiliar na análise económica da utilização da água;
- Actualizar a legislação com base em conhecimentos técnico-científicos sobre recursos hídricos.

O estudo revela a importância do hidrogeólogo, sobretudo no planeamento, mas também na gestão e decisão sustentável da água.

6.8 – Sugestões/críticas para o futuro

A recolha de informação efectuada nos arquivos das antigas administrações de recursos hídricos de Lisboa e das Caldas da Rainha (agora Agência Portuguesa do Ambiente – APA) revelou dados incompletos (inexistência do relatório geotécnico e de ensaios realizados durante a perfuração), com ou sem coordenadas geográficas e com referências de licenciamento diferentes para a mesma captação. Colocam-se várias sugestões:

- organização de todos os registos de licença para a captação de água superficial e subterrânea, anexando os relatórios geotécnicos e de ensaios;
 - localizar todas as captações num mapa, em papel disponível para consulta e, em simultâneo, em SIG. A sugestão do mapa em papel deve-se à mudança de *softwares* e de sistemas de coordenadas, implicando perdas de informação;
 - registar as coordenadas da captação e do sistema de coordenadas inicial e as da transformação de coordenadas, devendo para isso um fiscal da APA confirmar a localização e registar estes valores (em papel e em modo informático), para no futuro se poderem realizar os estudos hidrogeológicos;
 - elaborar modelos hidrogeológicos com dados fidedignos e actualizados;
 - acompanhar e/ou monitorizar a evolução hidroquímica e hidrodinâmica das captações;
 - organizar um inventário periódico com as captações activas e inactivas, incluindo a localização correcta, sua utilização, as características da captação (profundidade e diâmetro da captação, posição dos ralos e da bomba eléctrica submersível, o tipo de perfuração e de material usado para colocar a captação de água operacional), as características hidrodinâmicas (caudal, transmissividade, nível hidrostático (NHE), nível piezométrico, porosidade, permeabilidade, condutividade hidráulica, coeficiente de armazenamento, armazenamento específico do aquífero, espessura da camada saturada, gradiente hidráulico), as características hidroquímicas (físico-químicas e bacteriológicas), a qualidade e a contaminação;
 - decidir quais as zonas de recursos hídricos que podem ou não ser captados e até que profundidade, controlando assim as empresas de perfuração. Segundo Carvalho (2000), «as práticas tradicionais de captação foram praticamente abandonadas e a execução de perfurações sistemáticas, sem acompanhamento hidrogeológico» nem técnico de obras, passou a dominar o mercado. É importante que as sondagens sejam bem planeadas, bem executadas e com acompanhamento exaustivo. (Carvalho, 2000)
- Carvalho (2000) sugere as seguintes regras para que as perfurações sejam bem executadas:
- «a nível de gestão global do aquífero, as extracções não devem ultrapassar 70 a 80% dos recursos renováveis;
 - numa captação situada na parte superior do maciço com comportamento próximo do aquífero livre o rebaixamento não deve exceder 50 a 60% da espessura saturada;
 - numa captação que intersecte fracturação profunda com comportamento próximo do aquífero confinado, o rebaixamento não deve ser levado abaixo do topo da fracturação aproveitada» [entende-se por: rebaixamento, a diferença entre o nível estático (NHE) e o dinâmico

(NHD), ou seja, durante o bombeamento quanto o nível da água rebaixou dentro do furo; NHE, a profundidade do nível da água dentro do furo, quando não está em bombeamento por um longo período de tempo];

- deve-se «tentar manter os níveis dinâmicos estabilizados acima dos tubos-ralos (caso existam)»;
- «os tubos-ralos das captações, caso existam, nunca devem ficar a descoberto e deve ser respeitado o critério da velocidade de entrada da água na captação, não exceder 3 cm/s»;
- «não deve ser feita bombagem relativamente à capacidade do aquífero e ao dimensionamento da captação»;
- «a operação das captações deve prever a colocação da bomba vários metros abaixo do nível dinâmico;
- deve ser evitada a bombagem intermitente», para tentar manter o fluxo laminar na captação e no aquífero», ou seja, obter água isenta de finos;
- devem ser realizados ensaios de caudal escalonados e de longa duração», no mínimo da ordem de 24 a 72 horas a caudal constante;
- deve ser monitorizada sistematicamente a qualidade da água físico-química e bacteriológica, os caudais e os níveis estático (NHE) e dinâmico (NHD);
- «as captações, mesmo as abandonadas, devem ser inspeccionadas regularmente para verificar o comportamento hidrodinâmico e prevenir riscos de contaminação;
- devem existir procedimentos de rotina para fazer face a qualquer emergência. Cada captação deve ter um livro de ocorrências (o verdadeiro bilhete de identidade da captação e o sistema de bombagem associado)».

O cumprimento das regras básicas de gestão de aquíferos e de captações permite tomar outras decisões sobre o planeamento e a gestão dos recursos hídricos, tais como:

- planeamento e ordenamento do território;
- delimitação de zonas vulneráveis aos nitratos de origem agrícola e/ou outros poluentes;
- delimitação de zonas em risco de intrusão salina;
- delimitação dos perímetros de protecção de captações para abastecimento público;
- localização de áreas para eliminação dos resíduos extremamente perigosos resultantes do ciclo urbano da água, águas residuais, lamas e composto (valorização das lamas pelo processo de compostagem), com o mínimo de impacto possível no ambiente (solo, água e seres vivos). (Caroça, 2015^a)

As decisões do planeamento e gestão dos recursos hídricos não dependem só dos dados hidrogeológicos, mas também dos dados climatológicos (precipitação, temperatura, humidade do ar, evaporação, radiação solar, duração de insolação máxima, velocidade média diária e direcção do vento, albedo para diversos tipos de cobertura do solo), hidrológicos (determinação do balanço hídrico), topografia, tipos de solos, usos dos solos, indicadores sociais, valor económico, impactos ambientais e demografia. (UNESCO, 1985)

Considera-se importante a partilha de informação entre as várias entidades públicas e privadas. Só assim se poderá tomar uma decisão sustentável.

Devido à natureza das formações geológicas, à presença de clima mediterrânico (caracterizado por precipitação extremamente variável e ocorrência frequente de anos secos) e à intensa exploração agrícola, seria útil realizar um estudo sobre os ecossistemas dependentes de água subterrânea (EDAS) na Várzea da Nazaré. Para isso deve-se criar uma rede de piezometria com uma distribuição espacial regular na área em estudo. Estes dados, com o auxílio dos dados topográficos, permitem elaborar os mapas de dados de piezometria da profundidade do nível da água subterrânea, resultantes da diferença entre a distância da superfície até ao topo do aquífero. Por sua vez, recorrendo à análise dos isótopos oxigénio 18 e hidrogénio 2 em amostras de águas superficiais e subterrâneas, do solo e da seiva das plantas, consegue-se conhecer não só a origem, o tipo de água e o fenómeno a que a água está sujeita, mas também saber que água estão a utilizar as plantas num dado ecossistema. Com isto, conhece-se a massa de água que é utilizada por um determinado ecossistema e a disponibilidade dessa água subterrânea. No entanto, para se «conseguir conciliar a gestão dos EDAS em harmonia com as necessidades económicas e sociais das populações» é necessário «avaliar os ecossistemas para perceber a sua importância (a nível ecológico e económico) e o seu nível de conservação, de modo a priorizar a sua gestão e conservação». (Fernandes, 2013)

Outra sugestão para o melhoramento dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos seria transmitir à população local e às várias entidades locais (associações, câmaras municipais, juntas de freguesias, cooperativas e indústrias) o conhecimento das conclusões que se adquiriu ao longo deste trabalho e a importância da gestão e da protecção dos recursos hídricos existentes e da continuação da sua monitorização e divulgação a quem necessite (estudos científicos e/ou decisões de planeamento/ordenamento do território).

Sendo a Várzea da Nazaré uma área agrícola, seria útil realizar análises à água de rega para determinação do índice SAR, analisar os solos para a determinação da percentagem de sódio de troca, e monitorizar os iões nitrato (NO_3^-) e potássio (K^+), evitando-se assim a alcalinização ou a salinização do solo.

Relativamente aos isótopos de oxigénio 18 e de hidrogénio 2, como se verificou na presente dissertação, são úteis para determinar o tipo de água e a sua origem, bem como o fenómeno a que a água está sujeita (evaporação, diluição ou mistura), mas nunca isolados dos outros estudos hidrogeológicos, nomeadamente, os hidroquímicos. No entanto, existem outros isótopos que poderiam ter sido usados. Por exemplo, o isótopo trítio (^3H), para distinguir se a água que entrou no aquífero era anterior a 1945 (bomba atómica lançada no Japão pelos Americanos nas cidades Hiroshima e Nagasaki), ou se a água esteve em contacto com a atmosfera depois de 1945. (Drever, 1988); a razão isotópica $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, para determinar a origem do carbonato na água (se da rocha carbonatada, se da matéria orgânica). (Fetter, 2001; Drever, 1988); e a razão isotópica $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$, para distinguir a origem do nitrogénio (azoto) na água (se inorgânico, se atmosférico) e a contaminação por nitratos na água (nitrogénio através de fertilizantes inorgânicos ou através dos resíduos das fossas sépticas). (Fetter, 2001).

O problema da intrusão salina também deveria ser verificado, principalmente na Nazaré, na Quinta de São Gião e no Paúl da Cela, por estarem próximas do mar, em zonas de baixa altitude e em formações principalmente arenosas. Segundo Alessio Fileccia (email datado 18/01/2013), é necessário:

- desenhar um esquema a três dimensões sobre a geologia/estratigrafia da área a estudar;
- introduzir o inventário detalhado dos pontos de captação existentes;

- planejar a implantação de piezómetros e/ou aproveitar a existência de poços;
- ter acesso ao calendário das marés da área de estudo;
- elaborar dois mapas piezométricos referentes à maré baixa e à maré alta;
- conhecer o tipo de vegetação;
- obter os dados climatológicos para determinar os dados hidrológicos;
- colocar uma sonda que meça em simultâneo a variação do nível piezométrico e a condutividade eléctrica em poços alinhados perpendicularmente à linha de costa e em diferentes locais;
- verificar, no mínimo em 10 leituras, se o regime hidrodinâmico é influenciado pelo uso de uma captação próxima ou pela existência de uma linha de água influente próxima.

Para um estudo mais aprofundado, Alessio Fileccia aconselhou o uso de técnicas geofísicas, tais como «*Electrical resistivity tomography* (ERT)».

Estas são algumas sugestões para aumentar o conhecimento hidrogeológico e melhorar a qualidade de vida sócio-económico e ambiental.

Capítulo 7

Considerações finais

A Várzea da Nazaré é uma área localizada no litoral centro de Portugal continental, no extremo norte do troço compreendido entre a Nazaré e o Cabo Carvoeiro, no distrito de Leiria, e abrangendo os concelhos de Nazaré e de Alcobaça. A Várzea da Nazaré resultou do assoreamento da Laguna da Pederneira, a partir do século XVIII. A várzea apresenta um traçado recortado por dois estrangulamentos rochosos, um em Valado de Frades e outro na Carrasqueira, dividindo a várzea em três sectores distintos do ponto de vista geomorfológico: o litoral, Nazaré - Quinta de São Gião - Salgado; o intermédio, Carrasqueira - Famalicão - Valado de Frades; e o interno, Valado de Frades - Póvoa - Fervença.

Geomorfologicamente, a Várzea da Nazaré é caracterizada por ser uma área baixa com altitudes inferiores a 13 m, plana com ligeiro declive para oeste, preenchida por sedimentos aluvionares e cortada por várias linhas de águas naturais (rios Alcobaça, Areia, Meio, e de São Vicente) e artificiais (rio das Tábuas, Vala da Lavadinha, Vala Larga, troços dos rios Alcobaça, Areia e do Meio, e vários canais). As linhas de água artificiais foram abertas para serem utilizadas na rega de cultivo desde a presença dos Monges da Ordem de Cister. As linhas de água têm um padrão de drenagem do tipo dendrítica, acabando por desaguardem no mar, através do rio Alcobaça.

Geologicamente, a Várzea da Nazaré localiza-se na Orla ou Bacia Ocidental (Lusitaniana) (unidade morfo-estrutural da Península Ibérica) a oeste da zona de cisalhamento Porto - Tomar - Ferreira do Alentejo (orientação NNW-SSE e cinemática desligamento direito). Insere-se entre o sector norte, localizado a norte da falha da Nazaré, e central, localizado entre as falhas da Nazaré e do Estuário do Tejo da Bacia Lusitaniana, e abrange a parte norte do diapiro salino das Caldas da Rainha.

Desde o Triásico superior até ao Jurássico superior (1.º episódio de *rifting*), na área em estudo, formaram-se os complexos evaporíticos denominados por Grupo dos «Grés de Silves» e por Formação de Dagorda. No final do 1.º episódio de *rifting* forma-se uma descontinuidade sedimentar originada pelo final de colmatção e início de rápido aprofundamento da Bacia Lusitaniana. Durante o Jurássico inferior e médio (2.º episódio de *rifting*), surgiram várias falhas com direcção N-S e NNE-SSW observadas no Casal do Mota, em Ferraria, e no contacto discordante entre o Hetangiano (simbologia J_{ab}^1) e o Lusitaniano (simbologia J_b^3), de idade Jurássica. Neste 2.º episódio de *rifting* deposita-se uma sequência de calcários cinzentos, por vezes bioturbados, e margas, ambos fossilíferos, denominada Formação de Montejunto, que se observa na área em estudo, junto às Termas da Piedade e no contacto com o complexo Hetangiano designado por «Margas e Calcários de Dagorda». Durante o Jurássico superior (3.º episódio de *rifting*), a bacia é alimentada por enormes acarreios de sedimentos siliclásticos provenientes dos seus bordos, dando origem, na zona em estudo, à Formação de Alcobaça, caracterizada por alternância de margas mais ou menos arenosas e calcários detríticos, margas e arenitos fossilíferos. No Cretácico inferior (4.º episódio de *rifting*), caracterizado pela actividade magmática, ascensão diapírica e subidas e descidas rápidas do nível do mar, apenas se observam na área em estudo as chaminés de S. Bartolomeu, de Famalicão e de Casalinho, e vários filões (Valado de Frades, S. Bartolomeu, Lagoa de Clementina, Nazaré) gerados durante o 2.º episódio magmático (130-135M.a.). Durante o Cretácico superior (fase pós-*rift*) e até à actualidade, a Bacia Lusitaniana sofreu transgressões e regressões com formação de alternância de material greso-conglomerático de natureza aluvial e de carbonatos.

A estratigrafia da Várzea da Nazaré consiste em aluviões (alternância de lodos e areias de diferente granulometria com fragmentos de conchas), dunas, areias de dunas e areias de praia (Quaternário);

alternância de areias e de argilas e, por vezes, de lignitos (Plio-Pleistocénico); alternância de grés e de argilas (Miocénico); alternância de margas, de grés e de calcários, por vezes de argilas e de conglomerados (Paleogénico); calcários (Cretácico); alternância de calcários/calcários margosos/calcários arenosos, de grés, de margas, de argilas e de arenitos (Jurássico).

As principais actividades são a agricultura, a pecuária, a indústria cerâmica e vidreira, e o turismo.

Do ponto de vista da contaminação ambiental a Várzea da Nazaré localiza-se sobre evaporitos (sector interno e intermédio da várzea) e próximo do mar, com possível intrusão salina (sector litoral da várzea). Do ponto de vista da contaminação antrópica, a Várzea da Nazaré apresenta-se ocupada pelas actividades agro-pecuárias, é cortada e ladeada por vários tipos de rodovias e ferrovias, apresenta antigas lixeiras [São Bartolomeu e Quinta de São Gião (informação oral da população local)], zona industrial no Casal de Areia, várias ETARS com despejo das águas residuais para os rios de Areia e de Alcobaça, despejos domésticos e fossas sépticas. (Consultar a **figura 2.4** do «Capítulo 2 – Enquadramento») (Caroça, 2015^a).

O clima na região, no Inverno apresenta temperaturas entre 8°C e 15°C e precipitações médias entre 50 mm e 200 mm, e no Verão, entre 15°C e 23°C e 0 mm e 80 mm, respectivamente. Os anos de elaboração desta dissertação, 2011, 2012 e 2013, foram considerados, no geral, secos e quentes. A água da chuva (amostras de água 54, 55, 56 e 57) entre 11 e 16 de Novembro de 2011 revelou ser uma água bicarbonatada cálcica, branda, salobra (salinidade entre 3,9‰ e 4,9‰), pouco mineralizada (condutividade eléctrica entre 381 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 399 $\mu\text{S}/\text{cm}$, aproximadamente), fracamente ácida a neutra (entre 6,4 e 6,7, aproximadamente) e oxidante (valores entre 309 mV e 313 mV, aproximadamente). Foram verificadas diferenças na composição da água da chuva nos diversos locais de colheita, tais como:

- maior concentração em ião sulfato (SO_4^{2-}) do que em ião cloreto (Cl^-), que se deve à proximidade do mar;
- maior concentração em ião cálcio (Ca^{2+}) e em ião magnésio (Mg^{2+}), que se deve à alta velocidade do vento e à maior concentração de chuva;
- maior concentração em ião potássio (K^+), que se deve aos elevados valores de radiação solar.

Os parâmetros analisados às águas da chuva não revelaram concentrações superiores aos permitidos para uma água de consumo humano. De acordo com a classificação SAR, são águas com baixo perigo de alcalinização e médio perigo de salinização (C2S1).

A Várzea da Nazaré localiza-se na região hidrográfica com o código RH5, designada por Tejo e Ribeiras do Oeste, na Bacia do Rio Alcobaça, incluída na Bacia Hidrográfica «das ribeiras da costa localizadas entre o limite sul da bacia hidrográfica do rio Lis e o Cabo Raso e os respectivos espaços localizados entre estas bacias», e distribuídas por quatro massas de água «subterrâneas localizadas no interior do limite da bacia hidrográfica atrás identificada» (DL n.º 117/2015 de 23 de Junho, alteração do DL n.º 347/2007 de 19 de Outubro), que se indicam:

- Caldas da Rainha - Nazaré (código de massa de água PTO33);
- Alpedriz (código de massa de água PTO19);
- Orla Ocidental Indiferenciada das Bacias das Ribeiras do Oeste (código de massa de água PTO04RH5);

– Maciço Calcário Estremenho (código de massa de água PTO20_C2).

A área de estudo, inserida na unidade hidrogeológica da Orla Mesocenozóica Ocidental, situa-se sobre a massa de água designada por Orla Ocidental Indiferenciada das Bacias das Ribeiras do Oeste (código de massa de água PTO04RH5) e encontra-se ladeada pela massa de água de Caldas da Rainha - Nazaré (PTO33), e por parte da massa de água de Alpedriz (PTO19).

As águas superficiais analisadas (valas) circulam em direcção às linhas de água (rios) que atravessam o interior da várzea. Os rios de Areia, do Meio, de São Vicente, de Águas Belas e outras linhas de águas artificializadas (rio das Tábuas, Vala da Lavadinha e Vala Larga) vão conectando com o rio de Alcobaça, que também atravessa o interior da várzea, sendo este o único visível no sector do litoral até chegar ao mar. (Consultar a **figura 2.8** do «Capítulo 2 – Enquadramento»).

As águas superficiais analisadas revelaram ser águas continentais, doces, brandas (excepto para a lagoa 80 no Paúl da Cela, moderadamente dura) e com diferentes características físico-químicas.

A maioria das amostras de águas dos rios analisados apresentaram dois tipos de fácies hidroquímica bicarbonatada cálcica (rio de Alcobaça, rio de Areia, rio de Cós e rio de São Vicente) e cloretada cálcica (rio Águas Belas e rio do Meio), neutras a fracamente básicas, pouco mineralizadas a mineralizadas (condutividade eléctrica entre cerca de 567 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e cerca de 1148 $\mu\text{S}/\text{cm}$) e com valores de salinidade entre 2‰ e 9‰. A predominância do ião hidrogenocarbonato (HCO_3^-) é devida principalmente à dissolução do dióxido de carbono (CO_2) dissolvido na água. A predominância do ião cálcio (Ca^{2+}) é devida à dissolução de carbonatos existentes nas rochas sedimentares carbonatadas e/ou à recarga da água da chuva. A predominância do ião cloreto (Cl^-) é devida à lixiviação de areias marinhas e/ou à mistura com águas termais e/ou à salinização devido à rega agrícola. Outras contribuições serão provenientes das actividades agrícolas (fertilizantes e/ou adubos químicos) e industriais (vidro, cerâmica, metalurgia, baterias, tintas, curtimentos, têxteis, plásticos, alimentar, farmacêutica e/ou águas residuais da ETAR).

A maioria das amostras de água das valas não pertencentes ao evento de poluição no Casal de Areia, apresentou dois tipos de fácies hidroquímica cloretada cálcica e cloretada sódica, fracamente ácidas a fracamente básicas, pouco mineralizadas a mineralizadas (condutividade eléctrica entre cerca de 439 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 1148 $\mu\text{S}/\text{cm}$) e com valores de salinidade entre 8‰ e 14‰. A predominância dos iões cloreto (Cl^-) e sódio (Na^+) é devida à salinização resultante da rega agrícola e/ou lixiviação das areias marinhas, e a do ião cálcio (Ca^{2+}) à dissolução de carbonatos existentes nas rochas sedimentares carbonatadas e/ou recarga da água da chuva. Outras contribuições serão provenientes das actividades agrícolas (fertilizantes e/ou adubos químicos) e industriais (detergentes, borracha, aditivos de gasolina, vidro, cerâmica e/ou metalurgia).

As amostras de água das lagoas 66 no Casal de Areia e 80 no Paúl da Cela, em zonas arenosas, apresentaram fácies hidroquímica cloretada sódica, fracamente básica, pouco mineralizada a mineralizada (condutividade eléctrica cerca de 565 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e cerca de 1886 $\mu\text{S}/\text{cm}$) e com valores de salinidade 16‰ e 10‰, respectivamente. Estas águas resultam da acumulação da água da chuva e de efluentes industriais (lagoa 66) e/ou agrícolas (lagoa 80) sujeitas ao fenómeno de evaporação. A lagoa 66 apresentou valores de pH e de ião nitrato (NO_3^-) superiores a uma água de consumo humano, e a lagoa 80, ião fluoreto (F^-), ião cloreto (Cl^-), ião magnésio (Mg^{2+}) e ião potássio (K^+).

Do estudo realizado sobre a composição química dos recursos hídricos superficiais da Várzea da Nazaré, verificou-se que os iões analisados podem ser de origem natural (geologia) ou de resíduos das actividades antrópicas, dependendo da localização da amostragem. Assim, no geral, temos que o:

- ião cloreto (Cl^-) é proveniente da lixiviação de rochas evaporíticas, de calcários mais ou menos margosos, de areias marinhas e/ou de veios/filões/depósitos hidrotermais, e/ou de fertilizantes agrícolas e/ou de esgotos urbanos ou industriais (desinfectantes, papel, têxtil e/ou tinta), e/ou do fenómeno de evaporação da água;
- ião sódio (Na^+) é proveniente da dissolução de areias marinhas, de evaporitos e/ou de fertilizantes agrícolas, de águas residuais e/ou de sais utilizados nas indústrias de papel, vidro, sabão, têxtil, petróleo, metalurgia, detergentes e/ou borracha;
- ião cálcio (Ca^{2+}) é proveniente da lixiviação de rochas carbonatadas e/ou de efluentes industriais (vidro, cerâmica, metalurgia, têxteis, curtimentos e/ou combustíveis fósseis) e/ou de fertilizantes agrícolas;
- ião magnésio (Mg^{2+}) é proveniente da dissolução de calcários, dolomitos e/ou de evaporitos magnésicos e/ou de fertilizantes agrícolas e/ou de efluentes industriais da metalurgia, têxtil, cimento, papel, borracha e/ou plástico;
- ião hidrogenocarbonato (HCO_3^-) é proveniente da dissolução de calcários e/ou dolomitos e/ou das aluviões e/ou de dióxido de carbono (CO_2) dissolvido na água e/ou no solo e/ou dos compostos orgânicos provenientes das águas de escorrência das actividades agro-pecuárias, e/ou das descargas urbanas e/ou industriais (alimentar);
- ião potássio (K^+) é proveniente da alteração dos feldspatos potássicos e de outros minerais silicatados (argilas) e/ou da drenagem dos fertilizantes agrícolas, bem como dos efluentes das indústrias do vidro, da cerâmica, da pirotecnia, de baterias e/ou de detergentes;
- ião sulfato (SO_4^{2-}) é devido a contaminação antrópica, em especial na fabricação de vidro doméstico e de cerâmicas e/ou de produtos agroquímicos aplicados nos terrenos agrícolas;
- ião nitrato (NO_3^-) é proveniente da aplicação intensiva de fertilizantes e/ou adubos químicos na agricultura;
- ião nitrito (NO_2^-) é proveniente de contaminação recente de material orgânico vegetal e/ou animal (só foi detectado nas águas poluídas do Casal de Areia);
- ião fosfato (PO_4^{3-}) é proveniente da drenagem agrícola de fertilizantes fosfatados nas terras aráveis (amostra de água da vala 63 e rio 39) e das águas residuais com ou sem tratamento de resíduos urbanos, de alimentação e/ou de detergentes (águas poluídas do Casal de Areia);
- ião fluoreto (F^-) é proveniente dos efluentes das indústrias vidreira, cerâmica, metalúrgica e/ou têxteis;
- ião brometo (Br^-) é proveniente dos efluentes industriais (vidro, cerâmica, produtos farmacêuticos, tratamento de farinhas, fluidos de extintores e/ou aditivos de gasolina) (águas poluídas do Casal de Areia).

O dióxido de carbono nas águas superficiais provém da atmosfera, da água da chuva, da respiração das plantas e dos organismos aquáticos, de uma pequena percentagem dos compostos orgânicos (húmus) e/ou de contaminação pelas águas termais.

As águas subterrâneas analisadas revelaram, no geral, circulação para o interior da várzea com saídas das nascentes no limite da várzea, contacto entre as formações aluvionares e as carbonatadas e/ou areias e calcários gresosos. Algumas nascentes parecem estar a abastecer alguns poços. São os exemplos das nascentes 73 em Famalicão com o poço 74; nascente 59 em Fervença com o poço 24 e nascente 64 em Fervença com os poços 32 e 23. Alguns poços revelaram, por intermédio das cotas piezométricas, estarem a receber água de outros poços próximos, são os exemplos: do poço 34 na Nazaré a receber do poço 33, poço 16 em Montes a receber do poço 18 e poço 67 em Fervença a receber do poço 68. A sul da Várzea da Nazaré, em altitudes entre 100 m e 140 m, a circulação da água subterrânea parece fazer-se no sentido do interior da várzea e no sentido oposto a esta. Relativamente à captação tipo furo, apenas se pode afirmar que as águas dos furos de Nasce Água circulem de norte para sul, ou seja, para o interior da várzea. Os restantes furos, devido à não existência de dados geotécnicos, não se pôde analisar o seu circuito subterrâneo. (Consultar a **figura 6.11** do «Capítulo 6 – Discussão dos dados»).

As amostras de água subterrâneas analisadas revelaram ser águas continentais, doces e brandas, com excepção das amostras de água dos poços 34, 34b, 24b e 72, e do furo 13b, moderadamente duras.

A maioria das amostras de água das nascentes analisadas apresentaram duas fácies hidroquímicas, a cloretada sódica e a bicarbonatada cálcica. A fácies hidroquímica cloretada sódica localiza-se principalmente a norte da várzea, em zonas arenosas (Nasce Água, Valados dos Frades, Montes e Ferraria), apresentando, no geral, pH fracamente ácido, muito pouco mineralizadas (condutividade eléctrica entre cerca de 151 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e cerca de 346 $\mu\text{S}/\text{cm}$) e com valores de salinidade entre 7‰ e 12‰. Em Fervença, as nascentes termais apresentaram fácies hidroquímica cloretada sódica, pH neutro, muito mineralizadas (condutividade eléctrica entre 4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) e com valores de salinidade de cerca de 13‰. A fácies bicarbonatada cálcica localiza-se principalmente a sul da várzea em zonas carbonatadas e/ou próximo destas (Alcobaça, Casal de Areia, Valado dos Frades e Famalicão), apresentando, no geral, pH neutro, pouco mineralizadas (condutividade eléctrica entre cerca de 450 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e cerca de 1198 $\mu\text{S}/\text{cm}$) e com valores de salinidade entre cerca de 4‰ e 11‰. A predominância dos iões cloreto (Cl^-) e sódio (Na^+) é devida à lixiviação de rochas evaporíticas, dolomíticas, areias marinhas e/ou veios/filões/depósitos hidrotermais. As amostras de água termais resultam da lixiviação das rochas evaporíticas em profundidade que ascenderam na falha. A predominância dos iões hidrogenocarbonato (HCO_3^-) e cálcio (Ca^{2+}) é devida à dissolução de dióxido de carbono (CO_2) dissolvido na água e/ou de carbonatos existentes nas rochas sedimentares carbonatadas. As nascentes cujas fácies hidroquímicas são cloretadas magnésicas (77 no Casal de Areia) e bicarbonatadas magnésicas (76 em Bárrio) apresentaram-se fracamente ácidas e neutras, muito pouco mineralizadas (condutividade eléctrica cerca de 175 $\mu\text{S}/\text{cm}$) e mineralizadas (condutividade eléctrica cerca de 1180 $\mu\text{S}/\text{cm}$) e com valores de salinidade cerca de 8‰ e cerca de 6‰, respectivamente. A predominância dos iões cloreto (Cl^-) e hidrogenocarbonato (HCO_3^-) é devida, respectivamente, à lixiviação de rochas evaporíticas, dolomíticas, areias marinhas e/ou veios/filões/depósitos hidrotermais, e/ou dissolução de dióxido de carbono (CO_2) dissolvido na água e/ou de carbonatos existentes nas rochas sedimentares carbonatadas. A predominância do ião magnésio (Mg^{2+}) é devida à dissolução de calcários dolomíticos e/ou lixiviação de rochas evaporíticas magnésicas e/ou de minerais carbonatados magnesianos [por exemplo dolomite $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$].

A maioria das amostras de água dos poços analisados apresentaram fácies hidroquímica bicarbonatada cálcica, neutras a fracamente básicas, pouco a muito mineralizadas (condutividade eléctrica entre cerca de 450 $\mu\text{S/cm}$ e 2230 $\mu\text{S/cm}$) e com valores de salinidade entre cerca de 2‰ e 8‰. A predominância dos iões hidrogenocarbonato (HCO_3^-) e cálcio (Ca^{2+}) é devida não só à geologia (dissolução do dióxido de carbono (CO_2) dissolvido na água e/ou de carbonatos existentes nas rochas sedimentares carbonatadas), à recarga da água da chuva como também à contaminação pelas actividades agrícolas (fertilizantes e/ou adubos químicos) e industriais (principalmente a vidreira e a cerâmica). A alta salinidade e mineralização é devida à rega agrícola e/ou ao fenómeno de evaporação, por ter sido um ano seco. As amostras de água dos poços que revelaram outros tipos de fácies hidroquímicas (cloretadas sódicas, cloretadas cálcicas, sulfatadas cálcicas) estão em zonas com forte intervenção antrópica pontual (agrícola e pecuária) e difusa (industrial). Nestes casos, a proveniência do ião cálcio (Ca^{2+}), ião sódio (Na^+), ião cloreto (Cl^-) e ião sulfato (SO_4^{2-}) é devida não só à geologia [dissolução de rochas carbonatadas; lixiviação de evaporitos, dolomitos, areias marinhas e/ou veios/filões/depósitos hidrotermais e dissolução do mineral gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) e/ou de sulfetos disseminados no solo, e/ou concentração de recarga da chuva no solo], mas sobretudo aos produtos utilizados na actividade agrícola (fertilizantes, pesticidas, fungicidas) e/ou industrial (vidro, cerâmica, metalúrgica e/ou curtimentos).

A maioria das amostras de água dos furos analisados apresentaram fácies hidroquímica cloretada sódica, fracamente ácida a neutra, muito pouco mineralizada a muito alta mineralização (condutividade eléctrica desde cerca de 128 $\mu\text{S/cm}$ a cerca de 4795 $\mu\text{S/cm}$) e com valores de salinidade desde cerca de 9‰ a 13‰. São águas resultantes da lixiviação de evaporitos, dolomitos, areias marinhas e/ou veios/filões/depósitos hidrotermais. Outras amostras de água dos furos revelaram outros tipos de fácies hidroquímicas (cloretada cálcica, bicarbonatada cálcica, bicarbonatada sódica e sulfatada cálcica) com valores de pH a variar de ácido (cerca de 4,28) a fracamente básico (cerca de 7,65), pouco mineralizadas (condutividade eléctrica desde cerca de 305 $\mu\text{S/cm}$ a cerca de 1330 $\mu\text{S/cm}$) e com valores de salinidade entre cerca de 0,1‰ a 11‰. Estas últimas amostras de água revelam não só a influência da geologia, mas também das actividades agrícolas (fertilizantes, pesticidas, fungicidas) e industriais (vidro, cerâmica, metalurgia e/ou curtimentos).

Do estudo realizado sobre a composição química dos recursos hídricos subterrâneos da Várzea da Nazaré verificou-se que os iões analisados podem ser, tal como nos recursos hídricos superficiais, de origem natural (geologia) com ou sem influência dos resíduos das actividades antrópicas, assim, no geral, temos que o:

- ião cloreto (Cl^-) é proveniente da lixiviação de evaporitos, de calcários mais ou menos margosos, de areias marinhas e/ou de veios/filões/depósitos hidrotermais, e, em alguns poços pode ser também proveniente da contaminação por fertilizantes agrícolas e/ou por esgotos urbanos, ou industriais (desinfectantes, papel, têxtil e/ou tinta) e/ou pelo fenómeno de evaporação da água e/ou por aerossóis marinhos perto do mar;
- ião sódio (Na^+) é proveniente da dissolução de areias marinhas e/ou de evaporitos;
- ião cálcio (Ca^{2+}) é proveniente de lixiviação de rochas carbonatadas e/ou de infiltração de efluentes industriais (vidro, cerâmica, metalurgia, têxteis, curtimentos e/ou combustíveis fósseis) e/ou de fertilizantes agrícolas;

– ião magnésio (Mg^{2+}) é proveniente da dissolução de calcários, de dolomitos e/ou de evaporitos magnésicos, mas as águas analisadas dos poços poderão estar também influenciadas pela infiltração de fertilizantes agrícolas e/ou de efluentes industriais da metalurgia, têxtil, cimento, papel, borracha e/ou plástico;

– ião hidrogenocarbonato (HCO_3^-) é proveniente da dissolução de calcários e/ou de dolomitos e/ou de dióxido de carbono (CO_2) dissolvido na água;

– ião potássio (K^+) é proveniente da alteração dos feldspatos potássicos e de outros minerais silicatados (argilas) e/ou da dissolução de sais potássicos naturais como a silvite (KCl). Em alguns poços e nascentes, o ião potássio (K^+) pode ser proveniente, também, da infiltração dos fertilizantes agrícolas e dos efluentes das indústrias do vidro, da cerâmica, da pirotecnia, de baterias e/ou de detergentes;

– ião sulfato (SO_4^{2-}) é proveniente da lixiviação dos evaporitos, dos dolomitos e/ou de depósitos/filões/ veios hidrotermais [gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), anidrite (CaSO_4)];

– ião nitrato (NO_3^-) é proveniente da aplicação intensiva de fertilizantes e/ou de adubos químicos na agricultura;

– ião nitrito (NO_2^-) é proveniente de contaminação recente de material orgânico vegetal e/ou animal (detectado apenas nas amostras de água dos poços 48c na Quinta de São Gião e 74 em Famalicão);

– ião fosfato (PO_4^{3-}) é proveniente das águas residuais com detergentes resultantes da lavagem de roupa (nascente 73 em Famalicão), da drenagem agrícola de fertilizantes fosfatados nas terras aráveis (poço 18 e 18b em Montes) e das águas residuais com ou sem tratamento de resíduos urbanos, de alimentação e/ou de detergentes (poços: 33, 33b e 47 na Nazaré e 44, 48b, 48c e 72 na Quinta de São Gião e furo 58 em Fervença);

– ião fluoreto (F^-) é proveniente da dissolução das rochas carbonatadas com veios preenchidos por minerais de gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), fluorite (CaF_2) e apatite [$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH}, \text{F}, \text{Cl})$] e/ou de minerais de argila (possíveis origens para as amostras de água de furos e de nascentes analisadas) e/ou por contaminação agrícola (fertilizantes) e/ou industrial (vidro, de cerâmica, de metalurgia e/ou de têxteis) (outra origem de maior predominância nas amostras de água dos poços analisados);

– ião brometo (Br^-) é proveniente de insecticidas agrícolas (nascente 64), raticidas agrícolas (poços) e/ou dos corantes das indústria do vidro e de cerâmica (furos).

O dióxido de carbono nas águas subterrâneas provém da dissolução das rochas carbonatadas marinhas em profundidade (por exemplo da partição do mineral calcite) e/ou da acumulação de águas superficiais salinas e/ou de matéria orgânica infiltradas ao longo do tempo geológico e/ou da ascensão de fluidos hidrotermais pela falha associados à antiga actividade magmática (Cretácico inferior). (Krásný, 2007; Barnes *et al.*, 1984).

Relativamente à qualidade da água para consumo humano, tanto as águas superficiais como as subterrâneas revelaram alguns dos parâmetros analisados com valores superiores ao consumo humano, com excepção das seguintes amostras de água: 25 (rio de Alcobaça em Fervença), 39 (rio Águas Belas em Valado dos Frades), 38b e 38c (rio de Areia em Valado dos Frades), 62 (canal de rega do aproveitamento

hidroagrícola de Cela), 63 (vala no Paúl da Cela), 36b (vala em Valado dos Frades), 71 (vala em Fervença), 14 (nascente no Casal de Areia), 15 (poço no Casal de Areia), 11 (furo em Maiorga), 21 e 21b (nascente em Ferraria), 22 (poço em Ferraria), 23 (poço em Fervença), 28 (poço em Vestiária), 29 (poço em Vestiária), 30 (furo em Vestiária), 41 (poço em Bárrio), 42 (poço em Bárrio), 43 e 43b (poço em Bárrio), 12b (poço em Maiorga), 32b (poço em Fervença), 33c (poço na Nazaré), 75 (furo na Nazaré), 37c (nascente em Bárrio), 76 (nascente em Bárrio), 81 (furo em Valado dos Frades), 83 (nascente em Nasce Água), 78 (furo no Casal de Areia), 82 (furo em Nasce Água) e 84 (poço em Nasce Água). (**Fig. 7.1**)

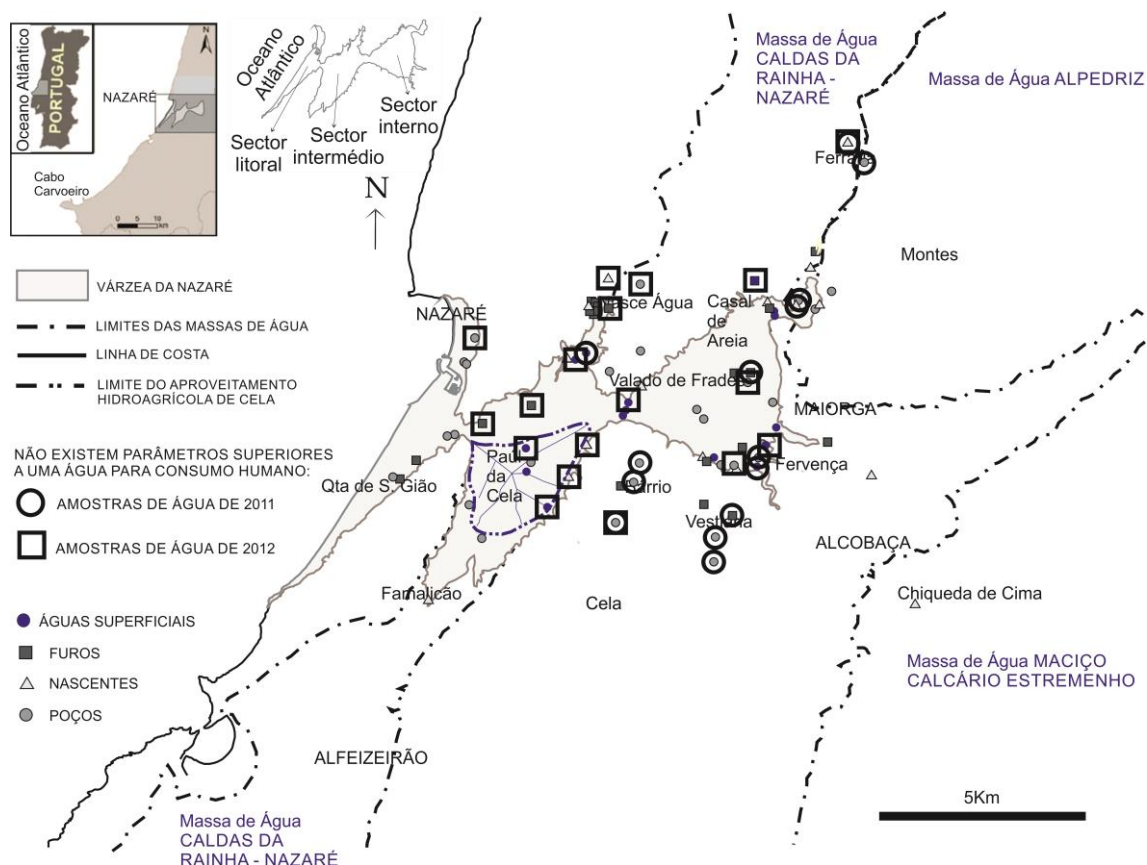


Figura 7.1 – Localização das amostras de água que não revelaram parâmetros analisados superiores a uma água para consumo humano

Verifica-se que as amostras de água com todos os parâmetros dentro dos valores permitidos a uma água para consumo humano, no geral, encontram-se ou afastados da várzea (Ferraria, Bárrio, Vestiária, Nasce Água e Casal de Areia) ou em alguns sectores do limite da várzea (Bárrio e Fervença), com excepção de três furos, um poço e uma vala no interior da várzea.

A qualidade das águas, segundo Adelana *et al.* (2004), pode ser auxiliada por intermédio do gráfico ião nitrato (NO_3^-) em função dos sólidos dissolvidos totais (SDT), em que valores superiores a 50 mg/l de ião nitrato (NO_3^-) e a 600 mg/l de SDT são considerados para águas de má qualidade. (**Fig. 7.2**)

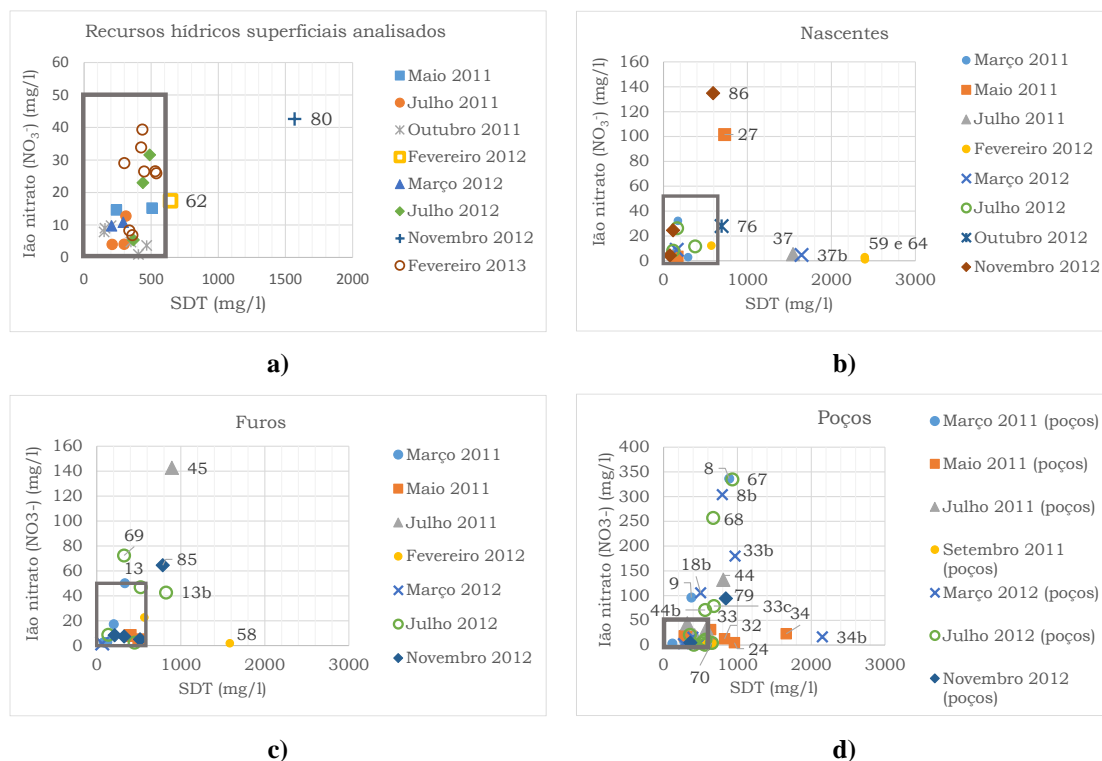


Figura 7.2 – Concentração em ião nitrato (NO_3^-) em função dos sólidos dissolvidos totais (SDT) das amostras de águas: **a)** superficiais, **b)** nascentes, **c)** poços e **d)** furos, analisados

As amostras de água que ficaram fora dos limites dos rectângulos de cor cinzenta nos gráficos da **figura 7.2** são consideradas águas de má qualidade. Estas, no terreno, coincidem com as acumulações de água de rios para rega (canal de rega 62) ou de águas excedentes da rega (lagoa 80), e com a contaminação das águas subterrâneas por infiltração/escorrência das águas de rega fertilizadas.

No que diz respeito à qualidade da água para rega, a classificação SAR revelou que os recursos hídricos superficiais e subterrâneos apresentaram baixo perigo de alcalinização e baixo a alto perigo de salinização, excepto para os recursos hídricos subterrâneos localizados em Fervença e em Bárrio, na falha, que apresentaram de baixo a muito alto perigo de alcalinização e muito alto perigo de salinização.

No Casal de Areia, zona industrial, ocorrem eventos esporádicos (observado em Novembro de 2011) de descargas de efluentes industriais e urbanos sem tratamentos adequados que poluem as águas das valas e do rio de Areia, destruindo as culturas quando são utilizadas para rega.

Relativamente ao termalismo adjacente à Várzea da Nazaré, as Termas da Piedade localizam-se na freguesia de Vestiária do concelho de Alcobaça, no limite sul da Várzea da Nazaré. Geologicamente, encontra-se no flanco do vale tifónico do diapiro das Caldas da Rainha, na falha entre o contacto com a Formação «Margas e Calcários de Dagorda» do Jurássico inferior e as aluviões do Quaternário. As águas termais das Termas da Piedade são, segundo Acciaiuoli (1947), consideradas hipotermais [emergentes a 27,5°C e 25,0°C (Almeida e Lourenço Silva, 1991; Figueira, 1982; França e Zbyszewski, 1963)], cloretadas sódicas, bicarbonatadas, sulfatadas cálcicas bastante radioactivas pelo radão, e com indicação terapêutica para reumatismos e doenças gastrointestinais, desde 1894. Depois de várias concessões e obras de melhoramento, em 1996 as águas termais foram dadas como contaminadas devido às inundações pelo rio Alcobaça. (Mangorrinha, 2002). Em 2002 iniciou-se a abertura de novos furos e actualmente é um local de

turismo para a saúde com hidroterapias e massagens, utilizando a água corrente. (http://www.aguas.ics.ul.pt/leiria_piedade.html; 24/12/2014). Neste trabalho analisaram-se, nas Termas da Piedade, a nascente junto à capela (amostra de água 59) e a água do novo furo (amostra de água 60), localizado na vertente e a poucos metros da nascente junto à capela. Também se analisou a nascente em Fervença, actualmente conhecida por Fonte da Pupa (amostra de água 64), a cerca de 800 m a leste das Termas da Piedade, na continuação da mesma falha. (França e Zbyszewski, 1963).

Em Fevereiro de 2012, analisaram-se estas três águas termais cujas características físico-químicas foram muito semelhantes: águas continentais, doces, brandas, hipertermais [emergem com valores de temperatura entre 25,2°C e 26,9°C (Scholler, 1962; *in*: Custodio & Llamas, 1983)], de fácies hidroquímica cloretada sódica, neutras (pH cerca de 7), com muito alta mineralização (condutividade eléctrica entre cerca de 4196 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e cerca de 4796 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e SDT entre cerca de 2394 mg/l e cerca de 2523 mg/l), dióxido de carbono com valores entre cerca de 11 mg/l e cerca de 42 mg/l, e salinidade de cerca de 13‰. São águas sujeitas a lixiviação de evaporitos. A nascente Fonte da Pupa (amostra de água 69) ainda revelou contaminação por insecticidas. Relativamente à qualidade da água para consumo humano todas as amostras de água revelaram em comum os seguintes parâmetros com valores superiores aos permitidos por lei: condutividade eléctrica, SDT, ião cálcio (Ca^{2+}), ião cloreto (Cl^-), ião magnésio (Mg^{2+}), ião sulfato (SO_4^{2-}) e ião sódio (Na^+). As amostras de água da nascente 59 e do furo 60 revelaram a presença de selénio (Se). Como não foram realizadas análises aos elementos vestigiais à amostra de água da nascente 64, não se sabe se continha ou não, selénio superior a uma água para consumo humano, tal como as amostras de água termais próximas (nascente 59 e furo 60). A amostra de água do furo 60 ainda revelou alta concentração em ião fluoreto (F^-). De acordo com a classificação SAR, todas as amostras revelaram ser águas com muito alto perigo de alcalinização e de salinização. Na segunda colheita da Fonte da Pupa, em Julho de 2012, a amostra de água 64b aumentou ligeiramente a temperatura da água para 26,3°C, diminuiu os valores de condutividade eléctrica (para 4026 $\mu\text{S}/\text{cm}$), de SDT (para 2273 mg/l), de dióxido de carbono (CO_2) (para 9 mg/l) e de salinidade (para 12‰). Apresentou estar contaminada por fertilizantes agrícolas e outros parâmetros superiores ao consumo humano: ião fluoreto (F^-), ião potássio (K^+) e selénio (Se). A água da Fonte da Pupa parece ser a mesma que a da nascente das Termas da Piedade, no entanto, como não se encontra protegida e está no limite de um terreno de exploração agrícola sob a estrada que liga às Termas da Piedade, detectaram-se pequenas diferenças devido à contaminação pela actividade agrícola.

Os dados obtidos deste trabalho permitiram desenhar não um modelo conceptual hidrogeológico completo para a Várzea da Nazaré, devido à ausência de dados geológicos e hidrodinâmicos, mas um modelo básico simples que ilustra o circuito geral dos recursos hídricos analisados, as suas características físico-químicas relacionadas com a cartografia geológica publicada na Carta Geológica 26-B de Alcobaça à escala 1:50000 e com as fontes de contaminação existentes. Este modelo deve ser, no futuro, complementado e/ou rectificado com novos dados. (**Fig. 7.3**)

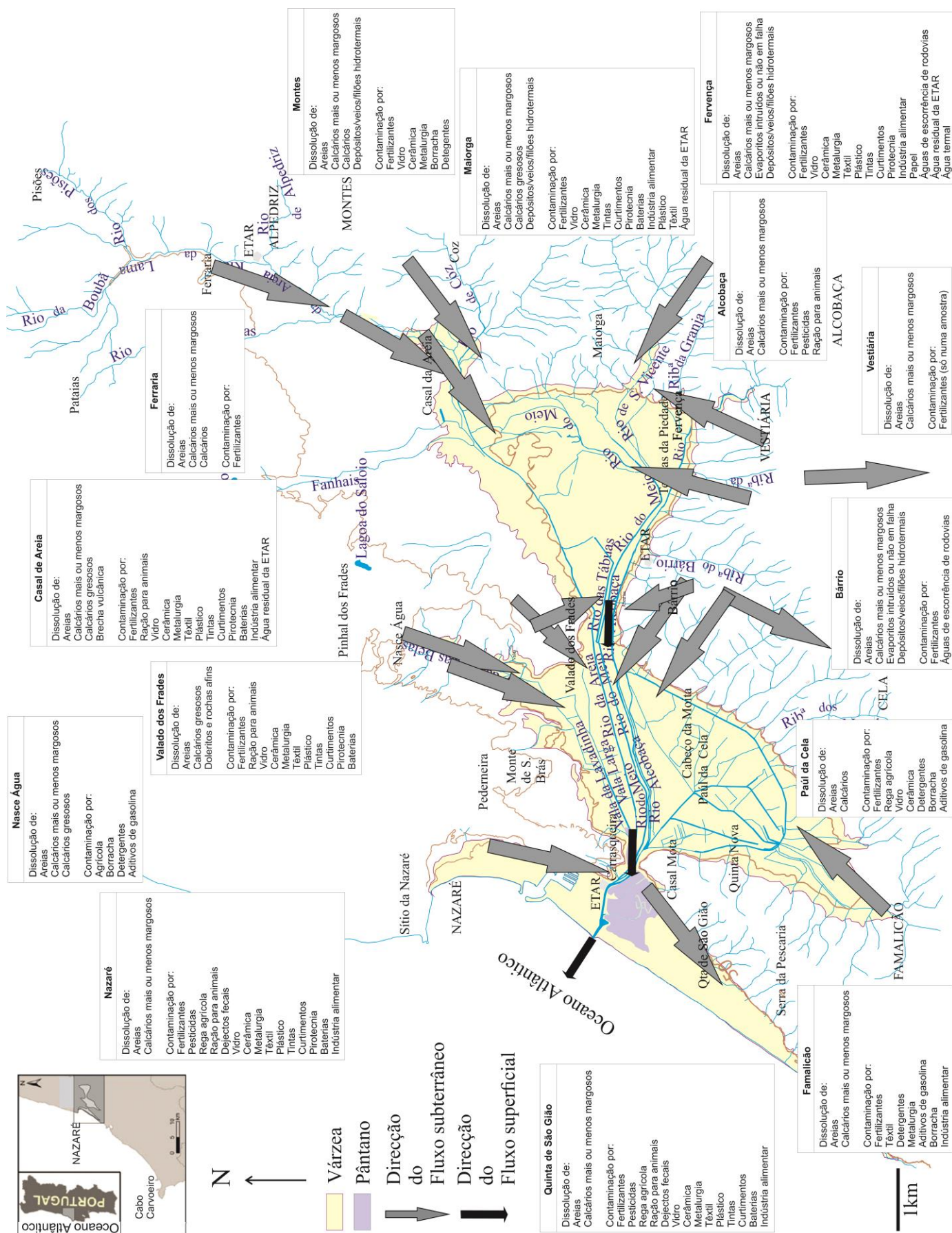


Figura 7.3 – Modelo conceptual básico para a Várzea da Nazaré

No geral, as águas subterrâneas dirigem-se para a várzea, saindo pelas nascentes no limite desta. Estas águas ligam-se às águas superficiais da várzea. As águas superficiais acabam por se unirem enquanto atravessam o interior da várzea, acabando por ficar apenas o rio de Alcobaça a desaguar no mar. As águas existentes na várzea são aproveitadas para rega agrícola e para a pecuária. As águas subterrâneas são usadas na indústria e para uso doméstico, apresentam as características físico-químicas dos terrenos por onde circularam (evaporitos, rochas carbonatadas e/ou depósitos/veios/filões hidrotermais) e de infiltração das águas superficiais, por vezes contaminadas [por exemplo, furos no Casal de Areia (13) e em Maiorga (69)]. A composição química das águas superficiais resultam da mistura com as águas subterrâneas que ascendem à superfície com as características dos terrenos atravessados (areias marinhas, aluviões) e com a recarga da água da chuva. Além da influência da geologia, existe também a contaminação das actividades agro-pecuárias e industriais, pontuais (por exemplo, no Casal de Areia) e difusas (por intermédio dos rios de Areia e de Alcobaça, onde se fazem vários tipos de despejos ao longo do seu percurso). Estas águas dos rios e/ou valas, por serem utilizadas para rega, irão aumentar a sua mineralogia e/ou salinidade pela continuada aplicação de agroquímicos no solo agrícola que depois serão lixiviados pela rega, queda da chuva e/ou pelo fenómeno de evaporação devido à ausência de chuva.

Finalizando, um bom modelo conceptual hidrogeológico, que auxilie na protecção e na gestão dos recursos hídricos e no planeamento e ordenamento do território, é obtido com observações no campo e com a partilha de informações com a sociedade e as instituições públicas e privadas.

Referências Bibliográficas

- ACCIAIUOLI, L., *Hidrologia Portuguesa*, Direcção Geral de Minas e Serviços Geológicos, Vol 1., Lisboa, 1947, pp. 1943 – 1946.
- ACCIAIUOLI, L.M.C., *Hidrologia Portuguesa – Águas Minerais e de Mesa, 1943-1946*, Direcção-Geral de Minas e Serviços Geológicos, Vol 1, Lisboa, 1947, p. 286.
- ACCIAIUOLI, L.M.C., *Le Portugal Hydromineral*, Direction Generale des Mines et des Services Geologiques, Vol 1, Lisbonne, 1952, p. 284.
- ADELANA, S.M.A., BALE, R.B., WU, M., «Water quality in a growing urban centre along the coast of southwestern Nigeria», in: Xi, Gu, Seiler, *Research Basins and Hydrological Planning*, Taylor & Francis Group, Londres, 2004, pp. 83-91.
- ALMEIDA, C. A. DA C., «Hidrogeologia do Algarve Central», dissertação apresentada à Universidade de Lisboa para a obtenção do grau de doutor em Geologia, na especialidade de Hidrogeologia, Lisboa, 1985, p.333.
- ALMEIDA, C., LOURENÇO SILVA, M., *Aplicação de análises multivariada ao estudo da hidroquímica de áreas diapíricas portuguesas*, Geolis, vol.V (1,2), 1991, pp. 69-80.
- ALMEIDA, C., MENDONÇA, J.J.L., JESUS, M.R., GOMES, A.J., «Sistemas aquíferos de Portugal Continental – Caldas da Rainha – Nazaré (033)», INAG, Lisboa, 2000, pp. 421-431.
- ALMEIDA, C., MENDONÇA, J.J.L., JESUS, M.R., GOMES, A.J., «Sistemas aquíferos de Portugal Continental – Alpedriz (019)», INAG, Lisboa, 2000, pp. 311-319.
- ANDRADE, A., «Hidrogeoquímica e caracterização da contaminação hídrica nos corpos aluvionares do Mondego entre Coimbra e Montemor-o-Velho», dissertação apresentada para a obtenção do grau de doutor em Eng.^a Geológica (especialidade de Hidrogeologia e Recursos hídricos), departamento de Ciências da Terra, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, 2004, p. 365 + Anexos.
- ANTONELLINI, M., CAPO, D., GABBIANELLI, G., GREGGIO, N., LAGHI, M., MOLLEMA, P., «Mapping salinization in the Coastal Aquifer of Ravenna (Italy)», 7th EUROGE02012, Conference: 7th EUREGEO - European Congress on REgional GEOscientific Cartography and Information Systems, A Bolonha, Volume I (Acta), 2012, pp. 403-404; Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/265377897_MAPPING_SALINIZATION_IN_THE_COASTAL_AQUIFER_OF_RAVENNA_ITALY; 26/01/2016.
- APHA, AWWA, WEF, *Standard Methods for examination of water and wastewater*. 22.º Ed., Washington: American Public Health Association, 2012, p. 1360. Disponível em: <http://www.standardmethods.org/>; 27/03/2014.
- APPELO, C.A.J., POSTMA, D., *Geochemistry, Groundwater and Pollution*, A.A. BalKema, Holanda, 1993, p. 536.
- ARH TEJO I.P., «Relatório do Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste – Síntese para Consulta Pública», ARH Tejo I.P., Lisboa, 2011, p. 216.
- ARH TEJO I.P., «Relatório do Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste – Avaliação Ambiental Estratégica – resumo não técnico», ARH Tejo I.P., Lisboa, 2011, p. 23.
- ARH TEJO I.P., «Relatório do Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste – Fichas de Diagnóstico – Síntese para Consulta Pública – versão extensa», ARH Tejo I.P., Lisboa, 2011, p. 56.

- ARH TEJO I.P., «Relatório do plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste – Síntese para Consulta Pública», ARH Tejo I.P., Lisboa, 2011, p. 216.
- ARH TEJO I.P., «Relatório do plano de bacia hidrográfica das ribeiras do oeste – avaliação ambiental estratégica – resumo não técnico», ARH Tejo I.P., Lisboa, 2011, p. 23.
- ARH TEJO I.P., «Relatório do Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste – Fichas de Diagnóstico – Síntese para Consulta Pública – versão extensa», ARH Tejo I.P., Lisboa, 2011, p. 56.
- ARH TEJO I.P., «Relatório do Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste – Relatório Técnico – Síntese», ARH Tejo I.P., Lisboa, 2012, p. 252.
- ARH TEJO I.P., «Relatório do plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste – relatório técnico – síntese», ARH Tejo I.P., Lisboa, p. 252.
- BARBOSA, P. G., MOREIRA, M.L., *Seiva Sagrada – a agricultura na região de Alcobaça – Notas Históricas*, Printmor impressores, Lda., Alcobaça, 2006, p. 271.
- BARIAND, P., CESBRON, F., GEFFROY, J., *Les Mineraux – leurs gisements, leurs associations*, 3 volumes, Mineraux et Fossiles, Meung-sur-Loire, Paris, 1977 e 1978, p. 489.
- BARNES, I., IRWIN, W. P., WHITE, D. E., *Map showing world distribution of carbon dioxide springs and major zones of seismicity*, Miscellaneous Investigations Series, U.S. Geological Survey, U.S., 1984, p. 10. Disponível em: <http://pubs.usgs.gov/imap/1528/report.pdf>; 18/03/2016.
- BARROS, M., SANTOS, H., NORTON, M.R., GUERREIRO, N., «RQA Rede de Qualidade da Água – Ano Hidrológico 1988/1989», Doc. NQA 1/91, Ministério do Ambiente e Recursos Naturais, Direcção Geral dos Recursos Naturais, Núcleo de Qualidade da Água, Lisboa, Agosto de 1991, p. 295.
- BATSCH, H., SCHOELLER, H., SCHOELLER, M., VON STEMPEL, C., «Mineralized waters of sedimentary terrains: ground water of the cover and the sides of a salt anticline», in Romariz, C., Lourenço da Silva, M., Almeida, C. C., Migueis, R. C., *III Semana de Hidrogeologia*, 10 a 14 Maio, Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências de Lisboa, Centro de Geologia, Universidade de Lisboa, Portugal, 1982, pp. 91-111.
- BEDUSCHI, C. E., «Caracterização isotópica dos componentes do ciclo hidrológico em quatro sub-bacias pertencentes à bacia do rio Piracicaba (SP)», dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ecologia Aplicada, Piracicaba, 2008, p. 99.
- BELL, F.G., *Environmental Geology – Principles and Practice*, Blackwell Science Ltd, Grã-Bretanha, 1998, p. 594.
- BROOKINS, D.G., *Eh-pH Diagrams for geochemistry*, Springer-Verlag Berlin Heideberg. Nova Iorque, 1988, p. 176.
- BROWNLOW, A., *Geochemistry*, Prentice Hall, 2.ª Ed., Nova Jérnia, 1996, pp. 85-115.
- BUSTAMANTE, G.I.DE; MARTÍEZ ALFARO, P.E., «Estudio del drenaje por manantiales del terciario detrítico del SW de la fosa del Tajo», *III Semana da Hidrogeologia*, 10 a 14 Maio de 1982, Lisboa, 1982, pp.439-466.
- CABRAL, J., «Neotectónica de Portugal Continental». Dissertação apresentada à Universidade de Lisboa para obtenção de grau de Doutor em Geologia, na especialidade de Geologia Interna, Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, Departamento de Geologia, Lisboa, 1993, p. 435.

- CAROÇA, C., «Nitratos nos concelhos de Nazaré e de Alcobaça», Livro de Resumos do 10.º Seminário sobre Águas Subterrâneas, Évora 9 e 10 de Abril de 2015, 2015^b, pp. 89-92. Disponível em: http://www.aprh.pt/10sas/pdf/10sas_livro-resumos.pdf; 13/04/2015.
- CAROÇA, C., «Recursos hídricos superficiais vs subterrâneos na Várzea da Nazaré – Implicações na qualidade da água», 1.^a versão da dissertação para obtenção do grau de doutor em Geologia (especialidade em Hidrogeologia), Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, 2015^a, p. 336. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/291971939_Recursos_hidricos_vs_subterraneos_na_Varzea_da_Nazare_-_Implicacoes_na_qualidade_da_agua_1_versao; 26/01/2016.
- CARVALHO, A. M. G., *Geologia Sedimentar: Volume III – Rochas Sedimentares*, Âncora Editora, Lisboa, 2006, p. 332.
- CARVALHO, J. M., Conferência N.2.2: «As águas subterrâneas no abastecimento de núcleos urbanos no norte de Portugal», in: Samper, J., Leitão, T., Fernández, L., Ribeiro, L., «As águas subterrâneas no noroeste da Península Ibérica», Corunha, 3 e 6 de Junho de 2000, Instituto Geológico e Mineiro de Espanha, Madrid, 2000, pp. 237-259.
- CARVALHO, J. M. F., «Tectónica e caracterização da fracturação do Maciço Calcário Estremenho, Bacia Lusitaniana. Contributo para a prospecção de rochas ornamentais e ordenamento da actividade extractiva». Dissertação para obtenção de grau de doutor em Geologia (Geologia Económica e do Ambiente), pela Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, Departamento de Geologia, 2013, p. 443. Disponível em: <http://repositorio.ul.pt/handle/10451/8908>; 28/11/2014.
- CARVALHO, M. R., «HIDSPEC, um programa de especiação e cálculo de equilíbrios água/rocha. Aplicações». Dissertação apresentada à Universidade de Lisboa para a obtenção do grau de Mestre em Geologia Económica e aplicada, Lisboa, 1989, p. 238.
- CEVIK, U.; BALTAS, H.; TABAK, A. & DAMLA, N., «Radiological and chemical assessment of phosphate rocks in some countries», Volume 182, *Journal of Hazardous Materials*, Elsevier, 15 de Outubro, 2010, pp. 531–535.
- CHAMEIDES, W. L., PERDUE, E. M., *Biogeochemical Cycles - A computer - interactive study of Earth system science and global change*, Oxford University Press, Inc., Oxford University Press, EUA, 1997, p. 224.
- CHESTER, R., *Marine Geochemistry*, 2.^a Ed., Blackwell Science, Great Britain, 2000, p. 506.
- CRAIG, H., «Isotopic Variations in Meteoric Waters», *Science* 26 Maio, Vol. 133, Issue 3465, 1961, pp. 1702-1703. Disponível em: <http://science.sciencemag.org/content/133/3465/1702>; 18/03/2016
- CONTRATO DE CONCESSÃO ARHT/0021.11/T/C.CA.S, «Contrato de Concessão relativo à utilização de recursos hídricos para captação de águas superficiais destinadas à rega no aproveitamento hidroagrícola da Cela», 2011, p. 78.
- CUSTODIO, E., LLAMAS, M.R., *Hidrologia Subterrânea*, Ediciones Omega, S.A., 2.º Ed, Tomo I XXXIII, Platón 26 – Barcelona, 1983, p. 1157.
- CUSTODIO, E., LLAMAS, M.R., *Hidrologia Subterrânea*, Ediciones Omega, S.A., 2.º Ed, Tomo II XXXII, Platón 26 – Barcelona, 1983, pp. 1166-2359.

- CUSTODIO, E., LLAMAS, M.R., *Hidrologia Subterrânea*. Ediciones Omega, S.A., 2.º Ed, Tomo II – Barcelona, 1996, pp. 1984-1931.
- DAVIS, S.N., DEWIEST, R.J.M., *Hydrogeology*, John Wiley & Sons, Inc., Nova York, 1966, p. 463.
- DEER, W. A., HOWIE, R. A., ZUSSMAN, J., *Minerais constituintes das rochas – Uma introdução*, 5.ª Ed., Gráfica de Coimbra, Lda., Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 2014, p. 727.
- DEP. GEOLOGIA / FC.U.L (1990) - *VII Simpósio de Geologia Aplicada e do Ambiente – Guia de Excursão*. Sessão de Geologia Económica e Aplicada, Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, 1990, p. 25.
- DGGM, *Termas e Águas engarrafadas em Portugal*, Grafispaço, Lda., Direcção Geral de Geologia e Minas, Lisboa, 1992, volume em folhas móveis.
- DIRECÇÃO GERAL DE MINAS E SERVIÇOS GEOLÓGICOS, *Boletim de Minas*, vol. 4, n.º 1, Jan/Mar, 1967, pp. 22-23.
- DIAS, J. M. A., RODRIGUES, A., MAGALHÃES, F., *Evolução da linha de costa, em Portugal, desde o Último Máximo Glaciário até à actualidade: síntese dos Conhecimentos, Estudos do Quaternário*, 1, APEQ, Lisboa, 1997, pp. 53-66. Disponível em: <http://www.apeq.pt/ojs/index.php/apeq/article/view/121/118>; 24/03/2015
- DREVER, J. I., *The geochemistry of natural waters surface and groundwater environments*, 3.ª Ed., Prentice Hall, EUA, 1997, p. 436.
- DREVER, J., *The Geochemistry of natural waters*, Prentice Hall, Nova Jérсия, 1988, pp. 367-381.
- DUARTE DE OLIVEIRA, M., «Estudo Hidrogeológico da Sub-bacia Hidrográfica de Alcântara – Lisboa», dissertação para obtenção do grau de mestre em Geologia Aplicada, Especialização em Hidrogeologia, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Departamento de Geologia, Repro 2000 – Centro de Cópias, Lisboa, 2010, p. 209.
- EMÍDIO, V.J.G., «A problemática do fósforo nas águas para consumo humano e águas residuais e soluções para o seu tratamento». Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, Universidade do Algarve, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2012, p. 118. Disponível em: <https://sapientia.ualg.pt/bitstream/10400.1/3154/1/A%20problem%C3%A1tica%20do%20f%C3%B3sforo%20nas%20%C3%A1guas%20para%20consumo%20humano%20e%20%C3%A1guas%20residuais%20.pdf>; 08/08/2014.
- EPPINGER, R., WALRAEVENS, K., «Spatial distribution of nitrate in Cenozoic sedimentary aquifers controlled by a variable reactivity system», in: Razowska-Jaworek, L., Sadurski, A., 2005, *Nitrates in groundwater*. Trabalhos seleccionados a partir do Encontro Europeu da Associação Internacional de Hidrogeólogos, Wisla, Polónia, 4-7 de Junho de 2002, A. A. Balkema Publishers, Taylor & Francis Group plc., Londres, 2005, pp. 49-58
- FAURE, G., MENSING, T.M., *Isotopes – Principles and Applications*, 3.ª ed., John Wiley & Sons, Inc., USA, 2005, p. 897.
- FERNANDES, N. P., «Ecosistemas dependentes de água subterrânea no Algarve – contributo para a sua identificação e caracterização», dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente na Universidade do Algarve, Faro, 2013, p. 51. Disponível em:

<https://sapientia.ualg.pt/bitstream/10400.1/3694/1/EDAS%20Algarve%20-%20Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>; 29/01/2016.

- FERNANDES, P. A. G., «Estudo Hidrogeológico da Bacia do Sado», dissertação apresentada à Universidade de Lisboa para obtenção do grau de Mestre em Geologia Económica e Aplicada com orientação do Professor Manuel de Oliveira da Silva, Lisboa, 2000, p. 175 + Anexos.
- FERNANDES, P., «Estudo hidrogeológico dos sistemas aquíferos Sado - Sines: Evolução hidrogeoquímica e isotópica». Dissertação apresentada à Universidade de Lisboa para obtenção de Doutor no ramo da Geologia Aplicada e do Ambiente, especialidade de Hidrogeologia, 2004, p. 213.
- FERNÁNDEZ, C., «Termalismo em regiões diapíricas», Relatório de estágio científico na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Maio, Lisboa, 1982, p. 278.
- FERNANDEZ-RUBIO, R., ARANA CASTILLO, R., PULIDO BOSCH, A., BENAVENTE HERRERA, J., NIETO SALVATIERRA, M., «Termalismo y mineralogenesis en la ventana tectonica de Albulon (Granada, Espana)», *III Semana da Hidrogeologia*, 10 a 14 Maio 1982, 1982, pp. 123-142.
- FERREIRA, F., «Avaliação dos Impactes das Alterações Climáticas nos Aquíferos Costeiros do Concelho de Almada». Dissertação apresentada para obtenção de grau de Mestre em Geologia Aplicada, na especialidade Hidrogeologia, pelo Departamento da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2012, p. 89.
- FETTER, C. W., *Applied Hydrogeology*. 4.^a Ed., Pearson Educational International, Merrill Publishing Company, EUA, 2001, p. 598.
- FETTER, C. W., *Contaminant Hydrogeology*, 2.^a ed., Waveland Press, Inc., USA, 2008, p. 500.
- FETTER, C. W., *Contaminant Hydrogeology*, 2.^a ed., Macmillan Publishing Co., Nova Iorque, 1993, p. 458.
- FIGUEIRA, I., «Termalismo em regiões diapíricas», Relatório de estágio na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Abril, Lisboa, 1982, p. 262.
- FRANÇA, J., ZBYSWESKI, G., *Notícia Explicativa da folha 26-B Alcobaça da Carta Geológica de Portugal*, à escala 1:50000, Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 1963, p. 51.
- FREITAS, M. C., ANDRADE, C., RAMOS, R., BRISTOW, C., COSTAS, S., GRANGEIA, C., HERMOZILLA, H., SENOS MATIAS, M. J., «The internal structure and evolution of the Nazaré coastal dunes», in Freitas, M. C., Andrade, C., *Iberian Coastal Holocene Paleoenvironmental Evolution*, Coastal Hope 2010, Proceedings, FCUL, Lisboa, 2010, pp. 86-87.
- FREITAS, M. C., ANDRADE, C., RAMOS, R., CRUCES, A., HENRIQUES, V., «Evolução paleoambiental da planície litoral a Sul da Nazaré desde o tardiglaciário. Integração no modelo de evolução do litoral Ocidental português», in Freitas, M. C., Andrade, C., *Iberian Coastal Holocene Paleoenvironmental Evolution*, Coastal Hope – Proceedings, 2010, pp. 48-58.
- GADELHA, F. J., DOMINGOS, M. S., NOGUEIRA, M. F., SILVA, M. L., MACEDO, R. E., SOUZA, G., NESS, R. L., *Verificação da presença de nitrito em águas de consumo humano da comunidade de Várzea do Cobra em Limoeiro do Norte-ce*, Anais da 57.^a Reunião Anual da SBPC - Fortaleza, CE - Julho/2005, 2005, p. 1. Disponível em: http://www.sbpcnet.org.br/livro/57ra/programas/senior/RESUMOS/resumo_266.html; 20/08/2014.
- GETA, *Aspectos Metodológicos en el estudio de la intrusion salina*, IGM, 1988, p. 230.

- GIL, V.M.S., CARDOSO, A.C., «Fundamentos da Estrutura e Propriedades da Matéria», 3.^a ed., Junho 1988, Coimbra, 1988, p. 239.
- GONÇALVES, M. C., RAMOS, T. B., MARTINS, J. C., Salinização do solo: Causas e Processos de Controle, apresentação do Instituto Nacional dos Recursos Biológicos, I.P., Lisboa, 2010, p. 39. Disponível em: <http://www.icnf.pt/portal/naturaclas/ei/unccdPT/pancd/resource/ficheiros/jtdl/Salanizacao%20do%20solo%20-%20Maria%20Conceicao%20Goncalves%20INRB.pdf>; 02/01/2016
- HEITOR, A.M.F, Conferência N.4.2: *Contaminação das águas subterrâneas no norte de Portugal*, in: Samper, J., Leitão, T., Fernández, L., Ribeiro, L., «As águas subterrâneas no noroeste da Península Ibérica», Corunha, 3 e 6 de Junho de 2000, Instituto Geológico e Mineiro de Espanha, Madrid, 2000, pp. 295-308.
- HENRIQUES, M.V., «A Faixa litoral entre a Nazaré e Peniche. Unidades geomorfológicas e dinâmica actual dos sistemas litorais». Dissertação de doutoramento, Universidade de Évora, 1996, p. 575.
- HENRIQUES, M. V., DINIS, J., *Avaliação do enchimento sedimentar holocénico na planície aluvial da Nazaré (Estremadura portuguesa)*, X Colóquio Ibérico de Geografia, Évora, 2006, p. 16. Disponível em: http://www.apgeo.pt/files/docs/CD_X_Coloquio_Iberico_Geografia/pdfs/079.pdf; 19/11/2014.
- HENRIQUES, M. V., FREITAS, M. C., RAMOS, R., ANDRADE, C., «A Lagoa da Pederneira – Evolução geomorfológica e contexto socioeconómico regional», in Freitas, M. C., Andrade, C., *Iberian Coastal Holocene Paleoenvironmental Evolution*, Coastal Hope – Proceedings, 2010, pp. 67-69.
- HUBRECHTS, L., FEYEN, J., PATYN, J., BRONDERS, J., REFSGAARD, A., BASBERG, L., LARSEN, O., Vlieghe, C., BUYSSE, M., «Development of a groundwater abstraction modelling environment for drinking water supply», in Razowska-Jaworek, L., Sadurski, A., 2005, *Nitrates in groundwater*. Trabalhos seleccionados a partir do Encontro Europeu da Associação Internacional de Hidrogeólogos, Wisla, Polónia, 4-7 de Junho de 2002, A. A. Balkema Publishers, Taylor & Francis Group plc., Londres, 2005, pp.101-111.
- I.G.E., Carta Militar de Portugal, escala 1/25000, Instituto Geográfico do Exército, folhas: 306B - Nazaré (2003), 307 - Valado dos Frades (Nazaré) (2004), 316 - S. Martinho do Porto (Alcobaça) (2004), 317 - Alcobaça (2004), 2003-2004.
- I.G.E., Carta Militar de Portugal, escala 1/50000, Instituto Geográfico do Exército, folha: 26-1 - Alcobaça, 1.^a Ed, 2006.
- JÁCOME DA COSTA, A.M., «Atlas hidrogeológico das Águas Minerais dos Açores», dissertação realizada no âmbito do Mestrado em Vulcanologia e Riscos Geológicos, de acordo com o disposto artigo 14.^o do Regulamento de Mestrado em Vulcanologia e Riscos Geológicos, publicado em D.R. II Série, n.º189, de 17 Agosto 2000, Departamento de Geociências, Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 2006, p. 118 + Anexos146.
- KING, A. C., RAIBER, M., COX, M. E., «Multivariate statistical analysis of hydrochemical data to assess alluvial aquifer–stream connectivity during drought and flood: Cressbrook Creek, southeast Queensland, Australia», *Hydrogeology Journal* (2014) 22: 2014, pp. 481-500. (DOI 10.1007/s10040-013-1057-1).

- Krásný, J., «Analysing paleohydrogeologic and paleoclimatic development of Central Europe: a key to mineral water origin in the Bohemian Massif», *in*: Marques, J. M., Chambel, A., Ribeiro, L., «Proceedings of the Symposium on Thermal and Mineral Waters in Hard Rock Terrains», 21 a 24 de Setembro de 2007, Lisboa, 2007, pp. 7-21.
- KULLBERG, J. C., «Evolução tectónica Mesozóica da Bacia Lusitânica». Tese Doutorado. Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2000, p. 361. Disponível em: <http://run.unl.pt/handle/10362/4670>; 02/12/2014
- KULLBERG, J. C., ROCHA, R. B., SOARES, A. F., REY, J., TERRINHA, P., AZERÊDO, A. C., CALLAPEZ, P., DUARTE, L. V., KULLBERG, M. C., MARTINS, L., MIRANDA, R., ALVES, C., MATA, J., MADEIRA, J., MATEUS, O., MOREIRA, M., NOGUEIRA, C. R., A Bacia Lusitaniana: estratigrafia, paleogeografia e tectónica, *in* DIAS, R., ARAÚJO, A., TERRINHA, P., KULLBERG, J. C., 2013, *Geologia de Portugal – Geologia Meso-Cenozóica de Portugal*, volume II, Gráfica Manuel Barbosa & Filhos, Escolar Editora, Lisboa, 2013, pp. 195-347. Disponível em: http://docentes.fct.unl.pt/omateus/files/kullberg_et_al_2013_a_bacia_lusitaniana.pdf; 29/11/2014
- LA FUENTE, J. C., *Química del Agua*, Talleres Gráficos Alonso, Madrid, 1981, p. 423.
- LANGMUIR, D., *Aqueous Environmental Geochemistry*, Prentice Hall, EUA, 1997, p. 600.
- LOBO DE PINA, A.F., «Hidroquímica e qualidade das águas subterrâneas da ilha de Santiago - Cabo Verde», Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Geociências, do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro, 2009, p. 247.
- LOPES, V., «Modelação Geológica Tridimensional: aplicação à evolução da Várzea da Pederneira (Nazaré)». Dissertação Mestrado em Geologia do Ambiente, Riscos Geológicos e Ordenamento do Território, Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, Departamento de Geologia, 2013, p. 113.
- MACHADO, J., «Ocorrências Hidrominerais do NE de Portugal Continental: Inventariação, Sistematização e Aproveitamentos Didáticos», dissertação apresentada para obtenção de grau de Mestre de acordo com o Decreto-Lei nº 216/92 de 13 de Outubro, na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 2009, p. 543.
- MADRP, «Código de Boas Práticas Agrícolas para a Protecção da Água Contra a Poluição com Nitratos de Origem Agrícola», Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, 1997, p. 53. Disponível em: <http://www.drapn.min-agricultura.pt/drapn/conteudos/zv/BPA/CodigoBPA.pdf>; 13/01/2015
- MANGORRINHA, J., *À Volta das Termas*, Printmor Impressores, Lda., 1.ª Ed., Livraria Nova Galáxia, Rio Maior, 2002, p. 411.
- MARQUES DA COSTA, A., Conferência N.2.2: «Estado Actual do conhecimento das águas subterrâneas no norte de Portugal», *in*: Samper, J., Leitão, T., Fernández, L., Ribeiro, L., «As águas subterrâneas no noroeste da Península Ibérica», Corunha, 3 e 6 de Junho de 2000, Instituto Geológico e Mineiro de Espanha, Madrid, 2000, pp. 129-146.
- MASON, B. M., *Princípios de Geoquímica*, Editora Univ. S. Paulo, Editora Polígono, São Paulo, 1971, p. 403.

- MATTHEUS, G., *The properties of groundwater*, A Wiley-Interscience Publication, John Wiley & Sons, EUA, 1982, p. 406.
- MAZOR, E., *Chemical and isotopic groundwater hydrology the applied approach*, 2.^a ed., Marcel Dekker, Inc, Nova Iorque, 1997, pp.90-93 e pp.168-195
- MERIAN, E., *Metals and their Compounds in the Environment – Occurrence, Analysis and Biological Relevance*, VCH Publishers, Inc, República Federal da Alemanha, 1991, pp. 715-1371.
- MENDONÇA, E.L., «Turismo e estratificação na Nazaré», *Análise Social*, 71, 2^o, 1982, pp. 311-329.
- MONIZ, C., CABRAL, J., «Falha de Pinhal Novo – Alcochete no contexto da neotectónica do vale inferior do Tejo», *Resúmenes de la 2ª Reunión Ibérica sobre Fallas Activas y Paleosismología*, Lorca, España, 2014, p. 4.
- OLIVEIRA, A. S., «Hidrogeologia da Região de Pedras Salgadas», trabalho de dissertação apresentado no âmbito das provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica ao abrigo do artigo 58 do Decreto-lei nº 19/80, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Secção de Geologia, Vila Real, 1995, p. 230.
- O'NEILL, P., *Environmental chemistry*, Thomson Press, Blackie Academic & Professional, 3.^a ed., Nova Deli, Índia, 1993, p. 268.
- PAGENKOPF, G. K., «Introduction to Natural Water Chemistry», in: *Environmental Science and Technology Series*, Series Editor, vol.3, Marcel Dekker, Inc, Nova Iorque and Bassel, 1978, p. 272.
- PEIXOTO, J., Documento adaptado das aulas de elementos de engenharia do ambiente, laboratórios de tecnologias ambientais análises físico-químicas de matéria orgânica carência química de oxigénio carência bioquímica de oxigénio, MIEB, 2007/08, p. 16. Disponível em: <http://www.biologica.eng.uminho.pt/TAEL/downloads/analises/CQO%20e%20CBO5.pdf>; 24/08/2013.
- PEREIRA, V., «Evolução hidroquímica em áreas adjacentes a locais de deposição de resíduos sólidos», dissertação de mestrado em Ciências do Ambiente – Qualidade Ambiental, Escola de Ciências da Universidade do Minho, Braga, 2005, p. 243. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/6181>; 17/04/2014.
- PIVELI, R.P., Curso: «Qualidade das Águas e Poluição: Aspectos Físico-Químicos» Aula 6 - Características Químicas das Águas: pH, Acidez, Alcalinidade e Dureza, 2013, p. 28; Disponível em: <http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Fernando/leb360/Fasciculo%206%20Alcalinidade%20e%20Acidez.pdf>; 27/06/2013.
- PURDON, P. W., ANDERSON, S.H., *Environmental Science Managing the Environment*, 2.^a Ed., Charles e. Merrill Publishing Company, A. Bell & Howell Company, EUA, 1983, p. 581.
- PURVES, D., «Trace Element contamination of the environment – Fundamental aspects of pollution control and environmental», *Science* 7, Elsevier (edição revista), Holanda, 1985, p. 243.
- RAIL, C., *Groundwater Contamination. Sources, Control and Preventive Measures*. Technomic Publishing CO., Inc., Lancaster, Pensilvânia, 1989, p. 139.
- REIMANN, C., CARITAT, P., *Chemical Elements in the Environment – Factsheets for the Geochemist and Environmental Scientist*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Alemanha, 1998, p. 398.

- REIS, M. E. D., «Estudo hidrogeológico das formações do Lias Dogger situadas a ocidente do Rio Arade (Algarve)», dissertação apresentada à Universidade de Lisboa para obtenção do grau de Mestre em Geologia Económica e Aplicada, Lisboa, 1993, p. 212.
- RICE, R.J., *Fundamentos de Geomorfologia*, Artes Gráficas Benzal, S.A., Paraninfo, S.A., Madrid, 1982, p. 394.
- RODIER, J., GEOFFRAY, CH, KOVACSIK, G., LAPORTE, J., PLISSIER, M., SCHEIDHAUER, J., J. VERNEAUX, J., VIAL, J., *L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer – chimie, physico-chimie, bacteriologie, biologie*, 6.^a Ed., Bordas, Dunod, Paris, 1978, p. 1136.
- RUBIO, P.M., LLAMAS, M.R.M., «Aspectos hidrogeoquímicos del sector occidental del acuífero terciario de la cuenca del Tajo», III Semana Hidrogeologia, 10 a 14 Maio de 1982, Lisboa, 1982, pp. 281-309.
- RUSSEL, J.B., *Química Geral*, editora McGraw-Hill do Brasil, Lda, MacGraw-Hill, São Paulo, 1980, p. 897.
- RUSSEL, J., *Química Geral*, Editora Santuário, McGraw-Hill, São Paulo, 1982, p. 897.
- S.G.P., Carta Geológica de Portugal Continental, escala 1/50000, Serviços Geológicos de Portugal, Folha 26B – Alcobaça, 1.^a Ed., 1961.
- SAPEK, A., «Agricultural activities as a source of nitrates in groundwater», in: Razowska-Jaworek, L., Sadurski, A., 2005, *Nitrates in groundwater*. Trabalhos seleccionados a partir do Encontro Europeu da Associação Internacional de Hidrogeólogos, Wisla, Polónia, 4-7 de Junho de 2002, A. A. Balkema Publishers, Taylor & Francis Group plc., Londres, 2005, pp. 3-13.
- SAPEK, B., SAPEK, A., «Nitrate in groundwater as an indicator of farmstead impacts on the environment», in: Razowska-Jaworek, L., Sadurski, A., 2005, *Nitrates in groundwater*. Trabalhos seleccionados a partir do Encontro Europeu da Associação Internacional de Hidrogeólogos, Wisla, Polónia, 4-7 de Junho de 2002, A. A. Balkema Publishers, Taylor & Francis Group plc., London, 2005, pp. 37-45.
- SIEGEL, D., KIGHT, M., «A Protocol to Identify Flowback Water Contamination to Drinking Waters», 2011; Disponível em: <http://www2.epa.gov/sites/production/files/documents/aprotocoltoidentifyflowbackwatercontaminationtodw.pdf>; 13/01/2015.
- SILVA, M.O., «Hidrogeologia do Algarve Oriental», dissertação apresentada à Universidade de Lisboa para obtenção do grau de Doutor em Geologia, na especialidade de Hidrogeologia, Lisboa, 1984, p. 260.
- SIMÕES, M.M., «Contribuição para o conhecimento hidrogeológico do cenozoico na Bacia do Baixo Tejo», Dissertação apresentada à Universidade Nova de Lisboa para obtenção do grau de Doutor em Geologia, na especialidade de Hidrogeologia, Universidade Nova de Lisboa, (2) Volumes (Vol. I), Monte da Caparica, 1998, p. 310. Disponível em: <http://run.unl.pt/handle/10362/1152>; (13/11/2015).
- SNOEYINK, V. L., JENKINS, D., *Water Chemistry*, John Wiley & Sons, USA, 1980, p. 464.
- STOCKMARR, J., NYEGAARD, P., «Nitrate in Danish groundwater», in: Razowska-Jaworek, L., Sadurski, A., 2005, *Nitrates in groundwater*. Trabalhos seleccionados a partir do Encontro Europeu

- da Associação Internacional de Hidrogeólogos, Wisla, Polónia, 4-7 de Junho de 2002, A. A. Balkema Publishers, Taylor & Francis Group plc., Londres, 2005, pp. 187-199.
- TAVARES, J.P.D., *Os Cirtercienses, a Hidráulica e o Desenvolvimento Urbano de Alcobaça*. Congresso da Região de Alcobaça, Painele Património, Ambiente e Urbanismo, realizado em 18 de Março, 2000, p. 10.
- TRAIN, R. E., *Quality Criteria for Water*, Printed by Billing & Sons LTD, Castle House Publications LTD, Great Britain, 1979, p. 256.
- UNESCO, «Estudos e relatórios sobre hidrologia – Impacto da urbanização e industrialização no planeamento e gestão dos recursos hídricos – Uma contribuição para o Programa hidrológico Internacional», relatório do Workshop da UNESCO/PIH sobre o Impacto da Urbanização e Industrialização no Planeamento e gestão da água a nível regional e nacional, realizado em Zandvoort, Países Baixos, de 10 a 14 de Outubro de 1977, elaborado com base no relatório preliminar preparado por Floris C. Zuidama, Sociedade Tipográfica, Lda., Lisboa, Fevereiro 1985, p. 129.
- VAZ, F. S. B., «As Características da Fracção Orgânica dos RSU Recolhidos Selectivamente na Área Metropolitana de Lisboa e a sua Influência no Comportamento do Processo de Digestão Anaeróbia». Dissertação Apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para Obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, Perfil Engenharia Sanitária, Lisboa, 2009, p. 115. Disponível em: http://run.unl.pt/bitstream/10362/3976/1/Vaz_2009.pdf; 13/08/2013.
- VERDASCA, C.S.E., «Análise do potencial impacte de efluentes de indústria de cerâmica e vidro na saúde humana». Dissertação realizada no âmbito do Mestrado em Engenharia do Ambiente, da Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2008, p. 179+XIV.
- WHO, *Guidelines for Drinking-water Quality*, Fourth Edition, WHO Library Cataloguing-in-Publication Data, World Health Organization, 2011, p. 564. Disponível em: http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789241548151_eng.pdf?ua=1; 25/01/2015
- WISLER, C. O., BRATER., E., F., *Hidrologia*, Ao Livro Técnico, S.A., Rio de Janeiro, 1964, p. 484.
- ZBYSZEWSKIY, G., *Étude structural de la Vallée Typhonique de Caldas da Rainha (Portugal)*. Memórias dos Serviços Geológicos de Portugal (3), Lisboa, 1959, p. 184.
- ZHU, C., ANDERSON, G., *Environmental Applications of Geochemical Modeling*, Cambridge University Press, África do Sul, 2002, p. 284.

Referências da Internet

- <https://www.youtube.com/watch?v=rPfHYuvubGc>; 16/12/2014
- <https://www.youtube.com/watch?v=OhsVwjn5UIY>; 16/12/2014
- <http://www.cm-alcobaca.pt/pt/Default.aspx>; 9/12/2014
- <http://www.cm-nazare.pt/>; 9/12/2014
- <https://www.ipma.pt/pt/publicacoes/boletins.jsp?cmbDep=cli&cmbTema=pcl&cmbAno=2011&idDep=cli&idTema=pcl&curAno=2011>; 24/12/2014
- <https://www.ipma.pt/pt/publicacoes/boletins.jsp?cmbDep=cli&cmbTema=pcl&idDep=cli&idTema=pcl&curAno=-1>; 25/12/2014
- http://www.aguas.ics.ul.pt/leiria_piedade.html; 24/12/2014
- http://w3.ualg.pt/~jdias/GEOLAMB/GA5_Sismos/57_Portugal/572_SismicidPort.html; 12/12/2014
- www.actlabs.com; 05/01/2011
- http://wwwbrr.cr.usgs.gov/projects/GWC_coupled/phreeqc/; 20/02/2013
- <http://water.usgs.gov/nawqa/glos.html>; 13/01/2015
- http://www.epa.gov/espanol/glosario/terminos_c.html; 13/01/2015
- <http://water.epa.gov/type/rsl/monitoring/vms56.cfm>; 23/01/2015
- <http://cdam.minam.gob.pe:8080/bitstream/123456789/109/2/CDAM0000012-2.pdf>; 08/08/2014
- <http://www.icnf.pt/portal/icnf/legisl/legislacao/leg2013/2022-lei-n-o-26-2013-de-11-de-abril-d-r-n-o-71-serie-i>; 07/10/2014
- [http://geo.drapn.min-agricultura.pt/agri/archivos/publicaciones/1370342513_GUIA_PFVA_2013_FINAL\[1\].pdf](http://geo.drapn.min-agricultura.pt/agri/archivos/publicaciones/1370342513_GUIA_PFVA_2013_FINAL[1].pdf); 07/10/2014
- <http://www.igamaot.gov.pt/apresentacao/atribuicoes/>; 13/01/2015
- <http://www.dgadr.mamaot.pt/component/search/?searchword=legislação&searchphrase=all&Itemid=117>; 13/01/2015
- <http://www.dgadr.mamaot.pt/rec-hid/diretiva-nitratos>; 13/01/2015
- <http://nautilus.fis.uc.pt/st2.5/index-pt.html>; Agosto 2014
- <http://www.isa.ulisboa.pt/>; 03/01/2015
- <http://www.confagri.pt/>; 03/01/2015
- http://www.ipma.pt/resources/www/docs/im.publicacoes/edicoes.online/fSPqLeUZGgLfEogfcEYB/cli_2_0070401_20070430_pcl_mm_co_pt.pdf; 09/02/2016
- http://www.ipma.pt/resources/www/docs/im.publicacoes/edicoes.online/EkXSdwEFluYBcRENISQW/cli_20070501_20070531_pcl_mm_co_pt.pdf; 09/02/2016
- http://snirh.pt/snirh/dadossintese/qualidadeanuário/boletim/tabela_classes.php; 01/02/2014
- <http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=7&sub2ref=9&sub3ref=848>; 11/02/2016
- <http://www.cm-nazare.pt/en/porto-da-nazare>; 16/02/2016
- http://www.aguas.ics.ul.pt/leiria_piedade.html; 24/12/2014
- <http://www.icnf.pt/portal/naturaclas/ei/unccd-PT/pancd/resource/ficheiros/jtdl/Salanizacao%20do%20solo%20-%20Maria%20Conceicao%20Goncalves%20INRB.pdf>; 02/01/2016

<http://water.epa.gov/type/rsl/monitoring/vms56.cfm>; 23/01/2015

http://europa.eu/rapid/press-release_IP-11-1542_en.htm?locale=en; 08/08/2014

http://hidrologia.usal.es/Complementos/Representar_Piper_y_Stiff.pdf; 08/08/2014

http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/nitratenitrite2ndadd.pdf; 20/08/2014

<http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=7&sub2ref=9&sub3ref=848>; 11/02/2016

http://www.apambiente.pt/_zdata/Políticas/Agua/PlaneamentoGestao/PGRH_ParticipacaoPublica/PGRH_2/PTRH4A/PGRH4A_Parte2.pdf; 10/02/2016

Legislação

Directiva n.º:

98/83/CE, do Conselho, de 3 de Novembro de 1998

2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de Outubro de 2000

Lei n.º:

58/2005, de 29 de Dezembro

11-A/2013 de 28 de Janeiro

Decreto-Lei n.º:

152/97, de 19 de Maio

235/97, de 3 de Setembro

236/98, de 1 de Agosto

68/99, de 11 de Março

382/99, de 22 de Setembro

243/2001, de 5 de Setembro

112/2002, de 17 de Abril

58/2005 de 29 de Dezembro

306/2007 de 27 de Agosto

347/2007 de 19 de Outubro

97/2008, de 11 de Junho

130/2012 de 22 de Junho

117/2015 de 23 de Junho

Anexos

Dados dos parâmetros físicos

Amostra	Data da colheita	Parâmetros físicos				
		pH	Eh (mVolt)	Temperatura (°C)	Condutividade (µS/cm)	TDS (mg/l)
1	25/03/2011	6,239	213,0	18,5	128,4	82,0
2	25/03/2011	5,810	217,0	17,7	151,0	95,4
3	25/03/2011	5,953	193,5	17,3	143,6	83,9
4	25/03/2011	5,848	164,0	17,4	197,0	119,8
5	25/03/2011	6,153	214,0	16,7	195,0	126,3
6	25/03/2011	5,970	239,0	17,2	152,0	100,8
7	25/03/2011	5,863	280,0	16,3	142,0	87,2
8	25/03/2011	6,090	250,0	15,9	1007,0	888,8
9	25/03/2011	6,545	253,0	15,9	480,0	374,9
10	25/03/2011	6,856	187,0	15,9	841,0	410,9
11	30/03/2011	5,668	162,0	18,2	170,0	108,3
12	30/03/2011	6,975	-4,0	16,0	512,0	319,6
13	30/03/2011	4,556	346,0	17,9	513,0	551,8
14	30/03/2011	7,273	218,0	17,8	450,0	261,8
15	30/03/2011	7,510	450,0	18,1	543,0	355,3
16	30/03/2011	5,581	238,0	16,3	177,6	118,5
17	30/03/2011	5,777	251,0	18,4	255,9	171,4
18	30/03/2011	6,660	173,0	18,7	374,0	278,4
19	30/03/2011	6,210	226,0	19,2	237,0	147,9
20	30/03/2011	6,423	278,0	15,9	305,7	202,3
21	30/03/2011	6,485	230,0	17,0	229,0	154,5
22	30/03/2011	7,008	235,0	15,7	517,0	348,7
23	30/05/2011	6,973	220,0	19,0	957,0	630,0
24	30/05/2011	7,027	206,0	19,1	1464,0	957,6
25	30/05/2011	8,116	210,0	19,5	819,0	506,7
26	30/05/2011	6,620	206,0	18,0	782,0	499,0
27	30/05/2011	7,415	250,0	17,3	1034,0	726,5
28	31/05/2011	7,406	191,0	19,9	706,0	376,8
29	31/05/2011	7,393	183,0	16,4	427,0	277,5
30	31/05/2011	6,967	170,0	17,1	852,0	518,4
31	31/05/2011	7,480	215,0	18,7	784,0	394,4
32	31/05/2011	7,167	193,0	20,5	1138,0	824,6
33	31/05/2011	7,292	235,0	20,1	962,0	635,7
34	31/05/2011	7,150	223,0	18,8	2740,0	1661,0
35	31/05/2011	6,052	277,0	22,1	319,8	161,2
36	31/05/2011	6,466	240,0	22,7	438,8	241,6
37	25/07/2011	6,903	130,0	22,1	2803,0	1541,2
38	25/07/2011	7,494	130,5	19,0	498,0	311,5
39	25/07/2011	6,913	103,0	20,1	368,0	209,6
40	25/07/2011	6,696	90,0	22,6	460,0	279,7
41	25/07/2011	7,332	110,0	21,9	661,0	420,0
42	25/07/2011	7,170	109,0	22,7	973,0	602,4
43	25/07/2011	7,472	215,0	18,0	919,0	579,9
44	25/07/2011	7,308	184,0	19,0	1350,0	807,9
45	25/07/2011	7,125	144,0	17,3	1330,0	892,3
46	25/07/2011	7,427	197,0	23,2	566,0	321,0
47	20/09/2011	7,168	-70,0	18,3	1815,0	677,2
48	20/09/2011	6,807	60,0	20,1	2330,0	545,4
49	17/10/2011	4,533	224,0	18,1	230,8	714,1
50	17/10/2011	7,285	269,4	17,8	537,0	298,2
51	17/10/2011	7,375	261,7	17,7	624,0	218,5
40b	17/10/2011	7,346	271,3	18,0	718,0	302,7
52	31/10/2011	4,275	421,0	19,0	309,3	792,3
53	31/10/2011	8,189	291,7	17,7	240,1	527,7
54	10/11/2011	6,353	313,1	18,3	380,5	21,1
55	10/11/2011	6,526	311,2	17,7	395,5	17,5
56	10/11/2011	6,652	310,8	18,2	392,9	22,1
57	10/11/2011	6,455	308,8	18,3	398,5	18,2
58	24/02/2012	6,771	-85,0	17,5	2984,0	1583,0
59	24/02/2012	7,100	205,0	25,2	4413,0	2394,4
60	24/02/2012	7,133	207,0	26,9	4795,0	2522,6
61	24/02/2012	7,012	214,0	17,2	1100,0	565,9
62	24/02/2012	8,061	177,0	14,9	1230,0	644,1

Amostra	Data da colheita	Parâmetros físicos				
		pH	Eh (mVolt)	Temperatura (°C)	Condutividade (µS/cm)	TDS (mg/l)
63	24/02/2012	8,255	209,0	9,6	1411,0	609,9
64	24/02/2012	7,101	252,0	25,3	4196,0	2395,9
65	24/02/2012	7,180	258,0	16,6	1198,0	569,5
1b	02/03/2012	6,207	220,0	17,0	434,0	65,6
36b	02/03/2012	6,642	240,0	14,4	681,0	205,5
8b	02/03/2012	6,530	235,0	15,5	1520,0	794,5
38b	02/03/2012	7,306	226,0	13,8	794,0	291,4
37b	02/03/2012	6,998	243,0	20,7	3110,0	1641,8
12b	02/03/2012	7,364	235,0	13,0	859,0	268,4
10b	02/03/2012	7,021	150,0	15,7	1265,0	395,5
18b	02/03/2012	8,189	240,0	18,0	950,0	501,2
21b	02/03/2012	6,710	293,0	17,0	485,0	157,8
33b	02/03/2012	7,329	244,0	13,8	1583,0	966,9
34b	02/03/2012	7,296	190,0	15,4	3814,0	2150,8
48b	02/03/2012	7,025	205,0	11,9	1050,0	479,4
21c	25/07/2012	6,133	279,0	18,2	332,2	161,7
19b	25/07/2012	5,449	225,0	20,8	346,0	115,4
16b	25/07/2012	5,220	125,0	18,8	404,8	92,4
66	25/07/2012	6,414	221,6	27,6	565,0	142,2
13b	25/07/2012	4,278	384,6	19,0	1269,0	287,3
25b	25/07/2012	7,676	194,6	21,6	980,0	438,3
64b	25/07/2012	6,998	188,6	26,3	4026,0	2272,8
32b	25/07/2012	7,853	208,0	22,2	1074,0	523,0
24b	25/07/2012	7,025	-43,0	19,0	2317,0	965,8
67	25/07/2012	4,922	292,6	19,6	1330,0	929,7
68	25/07/2012	4,655	290,4	18,8	1090,0	671,7
69	25/07/2012	5,559	230,7	19,0	690,0	324,8
70	25/07/2012	7,620	238,3	21,8	1210,0	652,8
71	25/07/2012	7,895	222,3	21,2	943,0	488,7
26b	25/07/2012	7,053	253,6	19,1	908,0	449,5
33c	26/07/2012	7,249	255,0	18,5	1317,0	679,7
47b	26/07/2012	7,270	-65,0	19,2	1122,0	558,7
72	26/07/2012	7,005	-300,0	20,5	2116,0	1064,1
48c	26/07/2012	6,861	62,0	20,8	925,0	540,0
45b	26/07/2012	7,169	163,0	17,7	1242,0	522,1
44b	26/07/2012	7,327	175,0	18,1	1148,0	562,7
73	26/07/2012	6,470	272,0	19,5	572,0	376,3
74	26/07/2012	7,135	-220,0	19,1	1015,0	409,6
43b	26/07/2012	7,224	133,0	18,2	880,0	354,7
42b	26/07/2012	7,505	177,0	22,3	942,0	567,2
35b	26/07/2012	6,351	172,0	20,5	340,0	249,5
75	26/07/2012	6,703	240,0	19,2	308,0	137,8
37c	07/10/2012	7,150	260,0	19,1	2645,0	1805,3
76	07/10/2012	7,310	253,0	18,6	1180,0	690,5
77	27/11/2012	5,710	276,0	17,4	174,5	162,6
78	27/11/2012	6,580	144,0	14,7	328,0	243,4
79	27/11/2012	7,780	231,0	17,1	1195,0	841,5
80	27/11/2012	8,240	169,8	13,9	1886,0	1568,4
81	28/11/2012	7,930	202,0	14,3	1165,0	513,6
82	28/11/2012	7,700	157,5	16,4	319,0	324,5
83	28/11/2012	7,970	195,4	15,0	185,7	76,6
84	28/11/2012	8,240	135,0	14,2	747,0	361,1
85	29/11/2012	7,650	150,0	15,4	1000,0	785,0
86	29/11/2012	8,030	145,0	17,0	771,0	589,5
87	01/02/2013	7,900	237,0	18,7	653,5	387,4
88	01/02/2013	7,870	207,0	18,6	553,5	323,5
89	01/02/2013	7,950	170,0	18,7	1148,0	433,8
90	01/02/2013	8,000	180,0	18,5	690,3	530,9
39b	01/02/2013	7,750	159,0	18,5	589,3	299,6
38c	01/02/2013	7,860	196,0	18,6	567,5	336,8
91	01/02/2013	7,770	200,0	18,3	960,0	538,8
92	01/02/2013	8,050	199,3	18,7	709,8	447,5

Dados dos parâmetros químicos

Amostra	Na ⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	Alcalinidade (expressa em mg CaCO ₃ /l)	Dureza total (mg CaCO ₃ /l)	HCO ₃ ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	NO ₂ ⁻ (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)	F ⁻ (mg/l)	Br ⁻ (mg/l)	δ ¹⁸ O (‰)	δ ² H (‰)
1	16,95	1,80	8,02	4,28	33,00	2,40	32,97	9,11	36,95	2,82			0,14		-4,9	-26,4
2	20,10	1,77	8,02	4,18	52,00	2,80	51,98	11,20	44,69	2,19			0,13			
3	19,10	1,82	6,41	3,21	16,00	2,80	15,99	9,59	40,00	2,75			0,07			
4	31,70	3,10	7,21	3,74	28,00	2,60	27,99	10,48	58,85	2,97			0,09			
5	29,70	4,75	11,22	6,17	39,00	2,60	38,97	10,66	58,66	2,73			0,04			
6	21,85	3,40	9,62	5,25	29,00	2,40	28,99	9,49	46,57	2,80			0,12			
7	20,35	1,83	7,21	3,74	42,00	2,60	41,99	9,33	39,46	2,49			0,26			
8	26,70	19,16	138,68	73,05	55,00	45,40	54,97	180,40	81,08	336,12			0,58	0,41	-4,3	-22,8
9	12,88	6,56	65,73	34,80	115,00	20,80	114,81	64,40	25,55	95,80			0,17			
10	49,60	15,44	93,79	48,55	265,00	34,20	264,11	61,86	107,98	17,17			0,60		-4,4	-22,8
11	32,25	3,15	4,81	2,43	25,00	2,00	24,99	9,36	51,70	2,86			0,23			
12	35,85	6,66	69,74	35,53	138,00	27,80	137,39	82,55	78,13	2,45			0,45		-4,2	-25,3
13	20,30	13,98	60,12	32,17	1,00	17,60	1,00	327,96	34,97	50,08			11,60			
14	26,45	4,74	21,64	8,70	184,00	18,20	182,38	32,19	54,17	2,90			0,58			
15	32,85	6,40	54,51	28,48	230,00	18,80	226,54	30,14	59,54	4,95			0,46			
16	18,62	7,04	8,82	4,47	29,00	3,60	28,99	20,00	39,12	3,01			0,00			
17	29,10	17,92	8,02	3,60	25,00	5,20	24,99	22,66	42,58	32,09			0,45			
18	12,50	11,78	65,73	35,38	164,00	18,40	163,65	20,09	27,35	6,44		0,52	0,71		-5,0	-23,5
19	35,30	6,88	8,82	4,47	34,00	3,60	33,97	15,20	52,67	4,15			0,01			
20	13,68	7,56	29,66	14,82	89,00	13,00	88,89	31,65	34,19	17,15			0,15			
21	11,55	2,02	25,65	13,56	45,00	8,20	44,93	34,36	32,28	8,08			0,00			
22	14,08	4,98	69,74	35,43	255,00	28,20	253,78	39,07	28,93	3,17			0,35		-4,3	-24,0
23	47,30	0,78	100,20	50,54	390,00	42,00	388,28	90,81	103,04	3,27			0,03		-4,6	-22,3
24	133,40	4,00	108,22	55,40	459,00	42,00	456,71	124,30	252,05	4,61			0,25		-4,2	-22,9
25	46,20	1,32	60,12	29,26	351,00	29,60	330,64	36,90	106,97	15,20			0,16			
26	69,90	3,78	49,70	23,57	243,00	27,00	242,52	27,00	148,21	4,46			0,47	0,34		
27	49,60	19,04	83,37	40,58	384,00	41,00	379,35	77,03	81,94	101,60			0,19		-4,3	-22,5
28	9,20	9,08	36,87	12,64	265,00	40,00	261,85	91,02	41,22	17,65			0,15			
29	11,58	1,12	40,88	19,44	203,00	22,00	200,66	42,53	20,95	18,57			0,68			
30	31,50	2,50	62,52	28,19	391,00	40,00	389,30	92,84	61,49	4,67			0,10		-5,2	-22,3
31	23,90	0,08	12,02	1,46	381,00	36,00	375,65	75,24	44,77	8,22			0,16		-4,8	-23,5
32	109,60	1,22	52,10	23,33	333,00	34,00	330,71	216,10	209,46	12,64			0,33		-4,5	-26,2
33	57,40	27,00	92,18	47,63	345,00	34,00	341,84	79,48	93,34	31,07		1,42	0,58		-4,4	-25,7
34	296,50	18,52	130,66	65,12	392,00	58,00	389,41	226,84	664,58	22,69			0,84	6,83	-4,2	-20,8
35	22,20	1,36	16,03	7,78	23,00	8,00	22,99	35,83	60,76	3,02			0,39			
36	23,30	4,30	32,06	16,04	49,00	14,00	48,93	53,30	68,26	14,62			0,35		-4,2	-23,9
37	349,00	4,34	73,75	37,03	370,00	31,60	368,61	142,72	706,56	5,31			0,53		-4,7	-25,8
38	27,20	7,32	45,69	23,72	93,00	16,40	91,64	86,42	49,82	12,78			2,77		-4,4	-25,6
39	40,90	3,69	22,44	12,15	43,00	6,00	42,83	34,62	65,72	4,01		0,27	0,25			
40	57,00	4,47	27,25	14,58	77,00	8,00	76,82	45,58	80,46	4,07			0,09			
41	29,80	4,70	72,95	35,96	185,00	34,00	183,14	109,67	35,55	19,44			0,93			
42	40,60	4,24	91,38	47,63	392,00	32,00	389,29	106,98	59,62	16,50			0,22			
43	40,30	1,72	111,42	61,72	327,00	24,00	322,49	76,34	58,70	33,29			0,23			
44	78,80	28,54	102,60	52,97	332,00	38,00	328,85	61,83	151,34	131,89		4,55	0,71	0,22	-4,5	-25,3
45	76,50	2,82	151,50	81,16	267,00	44,00	265,33	102,22	175,28	142,65			0,01	0,35	-4,3	-23,1
46	30,60	18,04	34,47	16,14	145,00	19,60	143,19	52,88	37,90	43,59			0,35		-4,2	-24,5
47	89,40	6,32	97,80	52,59	324,00	27,60	321,77	41,85	192,86	2,02		1,18	0,01	0,04		
48	61,20	27,36	81,76	43,35	309,00	25,60	308,07	28,35	113,52	4,36			0,13			
49	49,70	21,65	76,15	36,01	5,00	41,80	5,00	442,66	60,82	7,88			16,26	0,46		
50	29,00	11,41	44,89	23,47	99,00	15,40	98,10	77,43	45,10	4,73	1,57		2,72	0,43		
51	29,40	12,51	41,68	21,72	135,00	14,60	133,50	12,78	17,95	0,93	6,82	1,15	0,55	0,15		
40b	30,20	10,66	45,69	23,96	106,00	15,40	104,90	76,91	44,87	3,69			3,09	0,13		
52	45,00	24,48	48,90	17,64	124,00	49,40	124,00	490,61	59,56	9,79			21,88	0,15		
53	122,40	11,85	32,87	16,82	245,00	12,80	228,34	48,97	137,68	9,01		0,5	1,17	0,38		
54	2,22	0,75	3,21	1,65	9,00	1,20	8,99	4,66	3,18			1,2			-5,0	-23,4
55	1,26	1,25	2,40	1,22	9,00	1,00	8,98	2,14	2,42	1,44						
56	1,01	0,80	4,01	2,09	13,00	1,40	12,97	1,95	2,47	1,98					-5,6	-28,6
57	1,29	1,51	2,40	1,26	9,00	0,80	8,99	2,23	2,24	1,84					-5,6	-28,4
58	372,50	23,53	141,08	76,11	802,00	38,80	799,78	3,26	483,38	1,95		3,42		0,63	-4,3	-25,5
59	632,00	3,21	160,32	86,61	329,00	43,60	327,06	263,12	1047,52	2,84			1,37		-4,5	-26,1
60	746,00	3,56	138,68	72,41	307,00	48,00	305,05	288,80	1087,50				1,45		-4,6	-22,0
61	37,00	1,31	115,43	61,72	303,00	34,00	301,54	88,50	57,49	22,65					-4,3	-22,6
62	89,70	4,70	104,21	56,08	295,00	29,20	279,81	37,57	157,43	17,42						

Amostra	Na ⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	Alcalinidade (expressa em mg CaCO ₃ /l)	Dureza total (mg CaCO ₃ /l)	HCO ₃ ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	NO ₂ ⁻ (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)	F ⁻ (mg/l)	Br ⁻ (mg/l)	δ ¹⁸ O (‰)	δ ² H (‰)
63	101,90	8,66	87,37	45,44	244,00	31,00	224,90	27,73	192,43			1,994			-2,7	-17,5
64	692,50	4,34	150,70	81,02	301,00	42,60	299,22	257,70	1026,66	1,18			1,19	0,06		
65	62,20	2,12	96,19	52,68	261,00	23,20	259,15	13,30	130,67	12,26						
1b	17,10	1,81	3,21	1,26	14,00	2,80	13,99	5,60	34,12	1,66						
36b	30,70	4,59	25,65	13,37	39,00	9,00	38,92	41,13	56,97	9,75						
8b	25,60	13,22	125,05	64,59	76,00	46,20	75,88	148,76	68,02	303,71				0,12		
38b	28,20	6,74	45,69	23,77	112,00	16,20	110,94	60,11	47,44	10,84			1,43			
37b	376,00	4,13	126,65	66,97	346,00	40,40	344,38	149,05	706,18	4,70			0,56			
12b	34,95	4,44	60,12	31,59	154,00	20,00	152,33	65,95	58,50	2,81			0,79			
10b	57,60	11,38	86,57	44,47	339,00	33,00	337,33	56,21	103,11	15,78						
18b	17,44	19,64	104,21	55,89	198,00	30,00	184,52	49,34	30,23	105,63		0,859				
21b	11,70	1,94	26,45	13,61	57,00	10,00	56,86	31,36	29,62	8,89						
33b	71,40	20,86	172,34	92,34	301,00	50,00	298,00	146,73	102,85	179,77		2,075		0,23		
34b	399,00	19,22	264,53	142,98	352,00	71,60	348,75	187,48	909,94	16,46						
48b	34,60	20,02	82,56	43,21	275,00	28,20	273,63	33,49	98,22	2,29		2,078		0,24	-4,8	-23,5
21c	11,85	1,92	24,05	12,44	62,00	8,80	61,96	22,42	25,63	26,15					-4,9	-22,9
19b	16,60	2,12	14,43	7,53	37,00	5,00	36,99	7,96	36,52	8,07					-4,7	-22,5
16b	16,20	5,30	5,61	2,58	14,00	3,40	14,00	17,39	36,97						-4,9	-26,7
66	34,70	4,36	14,43	6,85	27,00	7,80	26,97		59,44	5,39	2,61		0,80		-2,8	-17,8
13b	22,50	51,90	48,10	16,38	0,00	52,60	0,00	34,37	1,38	42,63			70,04		-4,6	-26,7
25b	73,70	2,54	23,25	8,70	266,00	22,20	260,18	12,70	134,20	23,04	2,75		0,61		-4,3	-23,1
64b	945,00	22,30	84,17	43,40	299,00	31,40	297,60	259,41	735,04				4,13		-4,7	-25,1
32b	77,40	2,04	74,55	39,37	288,00	24,00	278,63	7,98	145,34	3,55						
24b	166,00	5,66	124,25	61,82	500,00	55,60	497,52	38,18	269,88						-4,4	-23,8
67	50,20	39,80	115,43	60,85	3,00	37,60	3,00	174,59	150,70	334,59			1,72		-3,8	-18,0
68	51,50	24,46	83,37	43,21	2,00	30,20	2,00	139,01	71,82	256,87			0,27		-4,1	-21,3
69	23,25	13,36	51,30	26,24	15,00	20,00	15,00	80,08	57,36	72,32					-4	-24,7
70	68,70	10,66	98,60	50,84	304,00	36,80	298,14	63,25	168,87	4,14			5,37		-3,3	-18,4
71	53,30	2,78	70,54	36,45	285,00	26,00	274,82	13,74	108,71	31,59			0,62		-4,6	-21,5
26b	56,40	4,02	63,33	32,03	236,00	26,20	234,75	21,30	97,00	2,41			0,12		-4,8	-26,7
33c	64,00	17,10	136,27	71,00	331,00	47,80	328,25	51,47	62,46	78,80					-4,5	-26,4
47b	72,30	7,10	101,80	53,56	308,00	33,60	305,32	27,18	111,62	0,38				0,39	-3,9	-23,6
72	139,00	25,88	118,64	58,37	616,00	55,80	613,08	19,35	333,27			1,59		0,48	-2,5	-13,0
48c	42,10	34,02	121,04	66,53	300,00	28,20	298,98	28,75	60,04	7,36	1,69	0,02	0,16		-4,7	-22,4
45b	76,50	3,06	52,10	22,94	272,00	35,60	270,12	25,41	131,97	46,89						
44b	56,70	22,38	92,18	46,51	310,00	38,60	306,93	7,80	80,34	70,81					-4,7	-27,2
73	29,35	3,89	99,40	55,84	160,00	18,20	159,78	24,74	50,38	11,57		0,01	5,10		-4,7	-22,1
74	64,60	5,92	12,83	1,41	420,00	37,80	417,32	18,12	54,31	0,37	9,44				-2,8	-16,7
43b	33,15	2,79	20,84	4,57	271,00	33,20	268,87	77,33	32,92	20,54					-4,6	-21,6
42b	32,40	2,99	129,06	71,00	319,00	29,80	314,26	90,47	39,02	10,53			0,33		-4,0	-19,5
35b	37,10	2,81	85,77	50,50	20,00	6,20	19,98	24,67	36,61						-4,0	-19,5
75	18,90	2,38	33,67	18,71	47,00	7,00	46,89	6,33	20,91	8,68					-5,1	-27,1
37c	472,00	4,52	129,06	68,28	351,00	41,00	348,68	37,35	871,60				11,85			
76	59,50	2,65	85,77	44,23	404,00	32,00	400,15	65,23	162,86	27,88					-4,4	-22,0
77	2,40	1,35	33,67	19,10	17,00	5,40	17,00	34,47	36,29	24,52			0,65			
78	27,20	1,70	40,08	22,26	57,00	8,40	56,90	42,98	66,00	8,36			0,68			
79	89,60	46,54	101,80	52,63	359,00	37,40	349,08	169,61	71,72	94,11			0,11	0,71		
80	248,50	12,44	170,74	88,21	372,00	63,00	343,83	252,78	528,45	42,61			1,47			
81	157,80	4,91	53,71	27,60	87,00	20,40	83,61	93,59	118,57	5,09			0,16			
82	44,80	1,73	34,47	17,50	42,00	14,00	41,01	148,82	66,76	7,32			0,60			
83	13,30	2,84	4,01	1,94	8,00	2,00	7,62	6,73	42,85	4,32			0,12			
84	64,63	8,32	87,37	45,68	249,00	30,00	230,12	40,98	94,02	4,60			0,58			
85	73,13	2,03	154,71	81,94	389,00	48,80	380,98	88,25	86,61	64,48			0,50	0,67		
86	37,95	31,60	92,99	49,77	159,00	27,20	151,33	78,80	64,97	134,78			3,25			
87	24,50	5,26	82,56	43,64	235,00	26,40	226,50	5,54	36,53	33,86			14,48			
88	27,30	4,96	62,52	32,81	158,00	21,00	152,64	43,63	47,63	6,88			2,94			
89	49,60	18,35	107,41	54,87	416,00	42,20	399,23	37,88	84,93	39,35	7,01		16,50			
90	23,85	2,66	140,28	79,22	276,00	24,00	263,56	33,30	42,94	26,55			16,47			
39b	32,50	20,22	34,47	17,40	83,00	14,40	80,84	41,67	61,84	29,06			12,66			
38c	26,40	5,76	60,12	30,76	155,00	23,40	149,86	61,29	51,12	8,30			0,03			
91	59,90	12,05	83,37	43,55	234,00	28,80	227,67	19,88	144,06	25,91			9,68			
92	23,00	2,93	99,40	54,92	267,00	22,00	253,57	38,60	27,99	26,48			14,03			

Analyte Symbol	Na	Li	Be	Mg	Al	Si	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	
Unit Symbol	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	
Detection Limit	5	1	0.1	2	2	200	30	700	1	0.1	0.1	0.5	0.1	10	0.005	0.3	0.2	
Data analyse	Amostra	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	
22/12/2011	1	16000	<1	<0.1	1550	<2	5400	1720	6200	<1	0.6	0.2	<0.5	0.3	20	<0.005	0.8	0.5
22/12/2011	8	28100	6	1.2	>20000	110	5200	17500	>20000	1	0.7	0.3	<0.5	95.4	<10	1.8	1.8	1.4
22/12/2011	10	>35000	15	<0.1	>20000	<2	7100	14200	>20000	1	0.9	0.5	<0.5	349	30	1.13	1.2	<0.2
22/12/2011	12	>35000	3	<0.1	11200	6	4400	6670	>20000	<1	0.6	0.7	<0.5	589	1760	1.39	3	12.6
22/12/2011	18	12300	<1	<0.1	4290	37	5700	11100	>20000	1	1.8	2	<0.5	40.2	200	0.234	1	16.3
22/12/2011	21	14400	<1	<0.1	5070	5	3600	1870	>20000	<1	0.3	0.2	0.6	0.2	<10	<0.005	<0.3	<0.2
22/12/2011	22	16600	8	<0.1	>20000	3	5900	5550	>20000	<1	0.8	0.8	<0.5	6.7	10	1.15	3.5	3.5
22/12/2011	24	>35000	6	<0.1	>20000	<2	5700	5380	>20000	1	0.9	0.3	<0.5	3490	40	1.83	4.6	0.3
22/12/2011	27	>35000	12	<0.1	>20000	<2	6200	>20000	>20000	1	0.6	0.6	0.6	0.2	<10	0.178	2.3	0.2
22/12/2011	29	11700	4	<0.1	13500	<2	4600	3690	>20000	<1	0.6	0.7	0.8	6.1	<10	<0.005	1	1.7
22/12/2011	31	28100	8	<0.1	>20000	<2	7100	2310	>20000	1	0.7	0.2	0.6	0.4	<10	<0.005	0.9	8.8
22/12/2011	32	>35000	5	<0.1	12300	8	3600	3220	>20000	<1	0.9	0.6	<0.5	236	30	0.145	1.2	0.2
22/12/2011	34	>35000	16	<0.1	>20000	3	4100	16300	>20000	1	0.8	1.2	<0.5	57.2	40	0.09	5.6	4.8
22/12/2011	36	34000	1	<0.1	7450	16	5800	5900	>20000	1	1.3	1.6	1.5	28.8	70	0.049	2.1	1.4
22/12/2011	37	>35000	19	<0.1	>20000	<2	6900	3700	>20000	1	0.9	0.3	<0.5	0.5	<10	<0.005	6.1	3.5
22/12/2011	38	26300	6	<0.1	9670	108	4200	6840	>20000	<1	0.6	0.4	<0.5	122	<10	2.17	2.3	0.7
22/12/2011	44	>35000	7	<0.1	10600	5	9000	>20000	>20000	2	3.8	2.8	<0.5	1.2	<10	0.08	1.9	4.9
22/12/2011	46	20600	3	<0.1	9960	4	3100	16900	>20000	<1	0.4	0.2	<0.5	14.6	20	0.091	0.7	1.2
22/12/2011	48	>35000	<1	<0.1	12700	17	5200	>20000	>20000	1	1.7	2.9	<0.5	81.2	380	0.96	2.6	3.4
22/12/2011	53	>35000	4	<0.1	11500	57	9000	10700	>20000	2	1.6	7.8	1.6	3.5	<10	1.53	3.3	1.6

Analyte Symbol		Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Ru	Pd	Ag	Cd	In
Unit Symbol		µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
Detection Limit		0.5	0.01	0.01	0.03	0.2	3	0.005	0.04	0.003	0.01	0.005	0.1	0.01	0.01	0.2	0.01	0.001
Data análise	Amostra	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
22/12/2011	1	10,7	< 0,01	< 0,01	0,2	0,5	138	3,94	37,1	0,043	< 0,01	0,022	< 0,1	< 0,01	< 0,01	< 0,2	0,02	< 0,001
22/12/2011	8	8,9	0,4	0,07	0,29	2,1	391	23,8	> 200	13,4	0,015	0,015	< 0,1	< 0,01	0,01	< 0,2	0,1	< 0,001
22/12/2011	10	3,9	0,01	0,07	0,74	1,2	258	5,47	191	0,115	0,03	0,007	0,3	< 0,01	< 0,01	< 0,2	0,04	< 0,001
22/12/2011	12	> 250	0,02	< 0,01	0,56	0,2	255	12,1	199	0,031	0,03	0,007	0,8	< 0,01	< 0,01	< 0,2	0,11	< 0,001
22/12/2011	18	6,8	0,02	0,03	12,3	0,4	134	13,4	86,2	0,081	0,36	0,014	1,2	< 0,01	< 0,01	< 0,2	0,03	< 0,001
22/12/2011	21	3	0,01	< 0,01	0,11	0,3	180	6,7	118	0,335	0,01	< 0,005	< 0,1	< 0,01	< 0,01	< 0,2	0,01	< 0,001
22/12/2011	22	4,2	0,01	0,02	3,03	0,4	74	17,2	101	0,047	0,03	< 0,005	0,2	< 0,01	< 0,01	< 0,2	0,01	< 0,001
22/12/2011	24	19,8	0,07	0,02	1,44	1,5	305	1,73	> 200	< 0,003	0,08	< 0,005	0,7	< 0,01	< 0,01	< 0,2	0,02	< 0,001
22/12/2011	27	5,3	< 0,01	0,11	0,09	3,2	205	1,42	175	0,013	0,07	< 0,005	< 0,1	< 0,01	< 0,01	< 0,2	0,03	< 0,001
22/12/2011	29	4,5	0,01	0,06	0,57	< 0,2	110	2,55	150	0,04	0,08	< 0,005	0,3	< 0,01	< 0,01	< 0,2	< 0,01	< 0,001
22/12/2011	31	11,8	< 0,01	0,08	0,28	0,9	117	1,54	> 200	0,024	0,05	< 0,005	0,3	< 0,01	< 0,01	< 0,2	0,02	< 0,001
22/12/2011	32	5,7	0,02	0,02	1,06	1,7	192	2,68	> 200	0,033	0,18	< 0,005	0,3	< 0,01	< 0,01	< 0,2	0,01	< 0,001
22/12/2011	34	4,6	0,01	0,02	2,32	4,9	2360	7,88	> 200	0,008	0,12	< 0,005	2	< 0,01	0,01	< 0,2	0,05	< 0,001
22/12/2011	36	34,9	0,01	< 0,01	2,54	1,5	175	7,42	135	0,039	0,09	0,005	0,2	< 0,01	< 0,01	< 0,2	0,01	< 0,001
22/12/2011	37	11,4	0,01	0,08	< 0,03	4,6	403	4,13	> 200	0,01	0,01	< 0,005	0,4	< 0,01	< 0,01	< 0,2	0,02	< 0,001
22/12/2011	38	14,3	0,01	0,02	0,43	0,8	169	16,2	168	0,142	0,02	< 0,005	0,2	< 0,01	< 0,01	< 0,2	0,04	< 0,001
22/12/2011	44	22,8	0,02	0,03	10,1	3,4	385	17,9	> 200	0,005	0,01	< 0,005	1,1	0,01	< 0,01	< 0,2	0,01	< 0,001
22/12/2011	46	9,1	< 0,01	0,01	0,66	0,9	118	5,88	181	0,015	0,01	< 0,005	0,2	< 0,01	< 0,01	< 0,2	< 0,01	< 0,001
22/12/2011	48	41,8	0,02	0,02	9,99	1,2	361	9,55	> 200	0,048	0,03	< 0,005	2,3	< 0,01	< 0,01	< 0,2	0,03	< 0,001
22/12/2011	53	114	0,09	0,07	4,18	11	494	28	> 200	0,563	2,94	0,005	12,6	< 0,01	0,01	< 0,2	0,09	0,002

Analyte Symbol		Sn	Sb	Te	I	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er
Unit Symbol		µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
Detection Limit		0.1	0.01	0.1	1	0.001	0.1	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Data analyse	Amostra	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
22/12/2011	1	< 0.1	< 0.01	< 0.1	1	0.069	20.3	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.002	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.002	0.001	0.001
22/12/2011	8	< 0.1	0.07	< 0.1	13	0.125	116	13.5	31.8	3.19	11.3	2.7	0.691	2.69	0.368	1.8	0.325	0.877
22/12/2011	10	< 0.1	0.06	< 0.1	7	0.052	243	0.063	0.106	0.013	0.054	0.014	< 0.001	0.011	0.002	0.009	0.003	0.009
22/12/2011	12	< 0.1	0.21	< 0.1	54	0.106	66.7	0.011	0.024	0.002	0.008	0.006	< 0.001	0.002	< 0.001	0.001	0.002	0.009
22/12/2011	18	< 0.1	0.74	< 0.1	9	0.07	12.1	0.062	0.118	0.018	0.068	0.02	0.006	0.021	0.002	0.013	0.002	0.007
22/12/2011	21	< 0.1	0.01	< 0.1	1	0.042	44.3	0.113	0.01	0.038	0.168	0.046	0.013	0.05	0.006	0.03	0.007	0.021
22/12/2011	22	< 0.1	0.11	< 0.1	2	0.123	24.4	0.013	0.021	0.006	0.019	0.008	< 0.001	0.007	< 0.001	0.006	< 0.001	0.002
22/12/2011	24	< 0.1	0.08	< 0.1	87	0.029	63.8	0.004	< 0.001	< 0.001	0.003	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
22/12/2011	27	< 0.1	0.02	< 0.1	22	0.015	123	0.005	< 0.001	< 0.001	0.004	0.002	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
22/12/2011	29	< 0.1	0.28	< 0.1	22	0.026	71	0.028	0.01	0.006	0.026	0.007	< 0.001	0.007	< 0.001	0.005	< 0.001	0.002
22/12/2011	31	< 0.1	0.17	< 0.1	10	0.076	165	0.005	< 0.001	< 0.001	0.004	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.001
22/12/2011	32	< 0.1	0.07	< 0.1	15	0.058	54.3	0.022	0.049	0.006	0.022	0.007	< 0.001	0.006	< 0.001	0.003	< 0.001	0.003
22/12/2011	34	< 0.1	0.32	< 0.1	13	0.048	70.2	0.008	0.007	< 0.001	0.001	0.003	< 0.001	0.002	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.001
22/12/2011	36	< 0.1	0.12	< 0.1	8	0.041	32.9	0.019	0.03	0.004	0.023	0.011	0.001	0.006	< 0.001	0.006	0.001	0.004
22/12/2011	37	< 0.1	0.02	< 0.1	36	0.21	54.6	0.093	0.001	0.001	0.002	0.004	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
22/12/2011	38	< 0.1	0.14	< 0.1	5	0.135	43	0.051	0.096	0.01	0.04	0.016	< 0.001	0.011	0.002	0.013	0.003	0.009
22/12/2011	44	< 0.1	0.39	< 0.1	8	0.048	28.2	0.025	0.008	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.001	< 0.001	0.002	< 0.001	< 0.001
22/12/2011	46	< 0.1	0.06	< 0.1	14	0.036	68.5	0.029	0.008	0.002	0.006	< 0.001	< 0.001	0.003	< 0.001	0.001	< 0.001	0.001
22/12/2011	48	< 0.1	0.31	< 0.1	16	0.032	68.2	0.037	0.067	0.01	0.037	0.01	< 0.001	0.009	0.001	0.007	0.002	0.005
22/12/2011	53	< 0.1	1.75	< 0.1	78	0.361	> 400	0.094	0.146	0.024	0.085	0.027	< 0.001	0.031	0.005	0.064	0.026	0.139

Analyte Symbol		Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Pt	Hg	Tl	Pb	Bi	Th	U
Unit Symbol		µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
Detection Limit		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.02	0.001	0.002	0.3	0.2	0.001	0.01	0.3	0.001	0.001
Data analyse	Amostra	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
22/12/2011	1	< 0.001	0.003	< 0.001	< 0.001	0.002	< 0.02	< 0.001	< 0.002	< 0.3	0.5	0.014	0.08	< 0.3	< 0.001	0.019
22/12/2011	8	0.099	0.657	0.101	0.018	0.004	< 0.02	0.006	< 0.002	< 0.3	< 0.2	0.17	0.64	< 0.3	0.021	0.3
22/12/2011	10	0.001	0.018	0.003	< 0.001	0.002	< 0.02	0.007	< 0.002	< 0.3	< 0.2	0.148	0.05	< 0.3	< 0.001	2.25
22/12/2011	12	0.002	0.016	0.002	< 0.001	0.002	< 0.02	0.002	< 0.002	< 0.3	< 0.2	0.062	1.18	< 0.3	0.003	0.536
22/12/2011	18	< 0.001	0.008	0.001	0.007	0.002	0.03	< 0.001	< 0.002	< 0.3	< 0.2	0.045	0.12	< 0.3	0.016	1
22/12/2011	21	0.003	0.026	0.004	< 0.001	< 0.001	< 0.02	0.004	< 0.002	< 0.3	< 0.2	0.032	0.03	< 0.3	< 0.001	0.147
22/12/2011	22	< 0.001	0.004	< 0.001	< 0.001	0.001	< 0.02	0.004	< 0.002	< 0.3	< 0.2	0.295	0.05	< 0.3	< 0.001	2.14
22/12/2011	24	< 0.001	0.004	< 0.001	0.001	0.001	< 0.02	0.002	< 0.002	< 0.3	< 0.2	0.015	0.1	< 0.3	< 0.001	1.07
22/12/2011	27	< 0.001	0.003	< 0.001	< 0.001	0.001	< 0.02	0.005	< 0.002	< 0.3	< 0.2	0.007	0.06	< 0.3	< 0.001	3.32
22/12/2011	29	< 0.001	0.004	< 0.001	0.004	0.002	0.02	0.007	< 0.002	< 0.3	< 0.2	0.011	0.08	< 0.3	< 0.001	2.98
22/12/2011	31	< 0.001	0.002	< 0.001	0.002	0.002	0.87	0.006	< 0.002	< 0.3	< 0.2	0.025	0.35	< 0.3	< 0.001	4.82
22/12/2011	32	< 0.001	0.004	0.001	0.004	0.001	< 0.02	0.003	< 0.002	< 0.3	< 0.2	0.022	0.12	< 0.3	< 0.001	1.06
22/12/2011	34	< 0.001	0.005	< 0.001	0.004	0.002	< 0.02	0.006	< 0.002	< 0.3	< 0.2	0.081	0.31	< 0.3	< 0.001	6.32
22/12/2011	36	< 0.001	0.006	0.001	0.002	< 0.001	< 0.02	< 0.001	< 0.002	< 0.3	< 0.2	0.023	0.13	< 0.3	0.005	0.026
22/12/2011	37	< 0.001	0.001	< 0.001	< 0.001	0.002	< 0.02	0.001	< 0.002	< 0.3	< 0.2	0.024	0.15	< 0.3	< 0.001	0.366
22/12/2011	38	< 0.001	0.008	0.003	< 0.001	< 0.001	< 0.02	0.002	< 0.002	< 0.3	< 0.2	0.13	0.2	< 0.3	0.005	0.335
22/12/2011	44	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.02	0.003	< 0.002	< 0.3	< 0.2	0.004	0.22	< 0.3	< 0.001	0.434
22/12/2011	46	< 0.001	0.002	< 0.001	0.002	0.001	< 0.02	< 0.001	< 0.002	< 0.3	< 0.2	0.041	0.11	< 0.3	< 0.001	0.215
22/12/2011	48	< 0.001	0.004	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.02	0.001	< 0.002	< 0.3	< 0.2	0.017	0.82	< 0.3	< 0.001	1.29
22/12/2011	53	0.03	0.316	0.068	0.054	0.002	1.36	0.023	< 0.002	< 0.3	< 0.2	0.09	9.06	< 0.3	0.012	15.8

Analyte Symbol		Na	Li	Be	Mg	Al	Si	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu
Unit Symbol		µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
Detection Limit		5	1	0.1	2	2	200	30	700	1	0.1	0.1	0.5	0.1	10	0.005	0.3	0.2
Data análise	Amostra	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
11/01/2013	58	> 35000	11	< 0.1	> 20000	< 2	22900	15900	> 20000	4	5.3	0.1	0.8	196	2460	0.402	1	0.7
11/01/2013	59	> 35000	23	< 0.1	> 20000	4	5300	2230	> 20000	1	0.9	< 0.1	< 0.5	0.4	< 10	0.042	2.6	1
11/01/2013	60	> 35000	26	< 0.1	> 20000	< 2	5100	2800	> 20000	1	0.9	< 0.1	< 0.5	2.8	< 10	0.156	2.5	3.8
11/01/2013	61	32700	13	< 0.1	> 20000	< 2	7400	1390	> 20000	2	1.1	0.2	< 0.5	29.1	< 10	0.315	1.5	17.1
11/01/2013	19b	27400	7	< 0.1	3090	16	5300	4820	7900	1	0.8	0.1	< 0.5	3.1	< 10	0.047	0.4	1
11/01/2013	16b	23400	44	8.5	9550	> 2000	26600	> 20000	> 20000	6	3.3	0.4	1.2	289	20	43	26.8	1.7
11/01/2013	64b	> 35000	25	< 0.1	> 20000	3	5100	3440	> 20000	1	1	< 0.1	< 0.5	0.3	< 10	< 0.005	0.4	0.6
11/01/2013	69	25700	1	< 0.1	15700	3	5000	18200	> 20000	1	0.8	0.2	< 0.5	195	< 10	0.915	0.7	2.8
11/01/2013	26b	> 35000	13	< 0.1	> 20000	3	6600	3970	> 20000	2	1	< 0.1	< 0.5	5.4	< 10	0.207	2.2	2.3
11/01/2013	45b	> 35000	4	< 0.1	14500	< 2	3800	2560	> 20000	1	0.7	< 0.1	< 0.5	0.6	< 10	< 0.005	< 0.3	1.9
11/01/2013	73	32400	1	0.3	10700	2	6200	4640	> 20000	2	1.4	0.6	< 0.5	2.6	< 10	< 0.005	0.8	1.3
11/01/2013	35b	> 35000	< 1	< 0.1	7410	33	7400	3160	12100	2	1.3	0.7	< 0.5	12.9	20	0.044	< 0.3	0.4
11/01/2013	76	> 35000	14	< 0.1	> 20000	< 2	8400	2050	> 20000	2	1.3	< 0.1	< 0.5	0.6	< 10	< 0.005	< 0.3	0.4

Analyte Symbol		Zn	Ga	Ge	As	Se	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te
Unit Symbol		µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
Detection Limit		0.5	0.01	0.01	0.03	0.2	0.005	0.04	0.003	0.01	0.005	0.1	0.2	0.01	0.001	0.1	0.01	0.1
Data análise	Amostra	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
11/01/2013	58	2,7	0,03	0,03	1,06	2,6	8,95	> 200	0,021	0,02	0,007	< 0,1	< 0,2	< 0,01	< 0,001	< 0,1	0,03	< 0,1
11/01/2013	59	1,9	0,01	0,1	2,06	5,9	5,91	> 200	0,019	0,01	0,006	0,5	< 0,2	0,01	< 0,001	< 0,1	0,03	< 0,1
11/01/2013	60	8,5	0,01	0,12	2,2	6,9	6,63	> 200	0,016	0,01	0,006	0,3	< 0,2	< 0,01	< 0,001	< 0,1	0,03	< 0,1
11/01/2013	61	15,2	< 0,01	0,04	0,42	0,9	0,83	> 200	0,062	0,02	< 0,005	< 0,1	< 0,2	0,02	< 0,001	< 0,1	0,25	< 0,1
11/01/2013	19b	12,3	< 0,01	0,04	0,15	< 0,2	13,6	41,2	0,062	0,01	< 0,005	< 0,1	< 0,2	< 0,01	< 0,001	< 0,1	0,01	< 0,1
11/01/2013	16b	155	0,29	0,1	0,42	5,2	205	> 200	20,8	0,73	< 0,005	< 0,1	< 0,2	0,48	< 0,001	< 0,1	0,18	< 0,1
11/01/2013	64b	7,6	0,01	0,11	2,43	6,4	7,3	> 200	0,029	0,01	0,008	0,2	< 0,2	0,01	< 0,001	< 0,1	0,03	< 0,1
11/01/2013	69	12,1	0,02	0,01	0,3	< 0,2	38,7	> 200	0,945	0,01	< 0,005	< 0,1	< 0,2	0,03	< 0,001	< 0,1	0,02	< 0,1
11/01/2013	26b	16,1	< 0,01	0,12	0,4	< 0,2	10,3	110	0,018	< 0,01	< 0,005	0,1	< 0,2	0,04	< 0,001	< 0,1	0,13	< 0,1
11/01/2013	45b	10,5	< 0,01	0,02	0,93	< 0,2	1,17	> 200	0,007	0,01	< 0,005	< 0,1	< 0,2	< 0,01	< 0,001	< 0,1	0,01	< 0,1
11/01/2013	73	8	0,01	0,01	1,17	< 0,2	2,82	112	0,462	< 0,01	< 0,005	0,3	< 0,2	0,03	< 0,001	< 0,1	0,05	< 0,1
11/01/2013	35b	6,3	0,01	< 0,01	0,73	< 0,2	4,54	76,6	0,014	0,01	< 0,005	< 0,1	< 0,2	< 0,01	< 0,001	< 0,1	0,02	< 0,1
11/01/2013	76	9,8	< 0,01	0,03	0,33	< 0,2	1,56	> 200	0,022	< 0,01	< 0,005	0,2	< 0,2	< 0,01	< 0,001	< 0,1	0,02	< 0,1

Analyte Symbol		Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf
Unit Symbol		µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
Detection Limit		0.001	0.1	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Data análise	Amostra	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
11/01/2013	58	0.19	167	0.006	0.006	0.001	0.007	0.002	< 0.001	0.002	< 0.001	0.003	< 0.001	0.003	< 0.001	0.004	< 0.001	< 0.001
11/01/2013	59	1.41	79	0.007	0.006	< 0.001	0.005	0.002	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
11/01/2013	60	1.45	64.7	0.007	0.01	0.001	0.003	0.002	< 0.001	0.002	< 0.001	0.002	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
11/01/2013	61	0.036	133	0.019	0.007	0.003	0.015	0.004	< 0.001	0.004	< 0.001	0.004	0.001	0.004	< 0.001	0.002	< 0.001	< 0.001
11/01/2013	19b	0.099	35	0.07	0.088	0.02	0.088	0.016	0.002	0.015	0.002	0.009	0.002	0.006	< 0.001	0.005	< 0.001	< 0.001
11/01/2013	16b	0.821	42.2	14.5	41	4.91	20.9	5.23	1.51	4.85	0.726	3.82	0.722	2.05	0.272	1.84	0.269	0.048
11/01/2013	64b	1.23	72.7	0.018	0.013	0.004	0.02	0.003	0.001	0.005	< 0.001	0.003	< 0.001	0.002	< 0.001	0.001	< 0.001	0.001
11/01/2013	69	0.289	151	0.701	1.22	0.193	0.897	0.208	0.055	0.19	0.025	0.131	0.026	0.087	0.013	0.106	0.021	< 0.001
11/01/2013	26b	0.123	97.5	0.014	0.016	0.003	0.013	0.003	< 0.001	0.003	< 0.001	0.002	< 0.001	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
11/01/2013	45b	0.009	147	0.004	0.004	< 0.001	< 0.001	0.002	< 0.001	0.002	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
11/01/2013	73	0.008	50.8	0.035	0.005	0.02	0.124	0.037	0.009	0.045	0.005	0.034	0.009	0.03	0.004	0.034	0.006	< 0.001
11/01/2013	35b	0.028	12.2	0.013	0.025	0.005	0.022	0.004	< 0.001	0.003	< 0.001	0.002	< 0.001	0.001	< 0.001	0.002	< 0.001	< 0.001
11/01/2013	76	0.072	71.6	0.011	0.006	0.002	0.006	0.002	0.001	0.002	< 0.001	< 0.001	0.001	< 0.001	< 0.001	0.001	< 0.001	< 0.001

Analyte Symbol		Ta	W	Hg	Tl	Pb	Bi	Th	U
Unit Symbol		µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
Detection Limit		0.001	0.02	0.2	0.001	0.01	0.3	0.001	0.001
Data análise	Amostra	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
11/01/2013	58	< 0.001	< 0.02	< 0.2	0.004	0.08	< 0.3	0.002	0.026
11/01/2013	59	< 0.001	< 0.02	< 0.2	0.151	0.06	< 0.3	< 0.001	0.302
11/01/2013	60	< 0.001	< 0.02	< 0.2	0.104	0.17	< 0.3	< 0.001	0.13
11/01/2013	61	< 0.001	< 0.02	< 0.2	0.004	0.03	< 0.3	< 0.001	5.62
11/01/2013	19b	< 0.001	< 0.02	< 0.2	0.017	0.14	< 0.3	< 0.001	0.005
11/01/2013	16b	0.003	< 0.02	< 0.2	0.987	2.17	< 0.3	0.125	2.08
11/01/2013	64b	< 0.001	< 0.02	< 0.2	0.184	0.04	< 0.3	< 0.001	0.283
11/01/2013	69	< 0.001	< 0.02	< 0.2	0.196	0.14	< 0.3	< 0.001	0.039
11/01/2013	26b	< 0.001	0.24	< 0.2	0.113	< 0.01	< 0.3	< 0.001	8.79
11/01/2013	45b	< 0.001	< 0.02	< 0.2	< 0.001	< 0.01	< 0.3	< 0.001	1.55
11/01/2013	73	< 0.001	< 0.02	< 0.2	< 0.001	< 0.01	< 0.3	< 0.001	0.423
11/01/2013	35b	< 0.001	< 0.02	< 0.2	0.008	< 0.01	< 0.3	< 0.001	< 0.001
11/01/2013	76	< 0.001	< 0.02	< 0.2	0.01	< 0.01	< 0.3	< 0.001	0.59

Analyte Symbol		Na	Li	Be	Mg	Al	Si	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
Unit Symbol		mg/L	mg/L	µg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L	mg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
Detection Limit		0.1	0.05	2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	10	10	20	0.01	0.01	2	5	2	5
Data análise	Amostra	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	CP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES
11/01/2013	62	98.6	< 0.05	< 2	12.6	< 0.1	2.5	6.3	105	< 10	< 10	< 20	0.04	0.01	< 2	< 5	2	< 5
11/01/2013	63	110	< 0.05	< 2	14.8	< 0.1	3.1	13.3	107	< 10	< 10	< 20	0.02	0.02	< 2	< 5	4	< 5
11/01/2013	33b	70.1	< 0.05	< 2	20.9	< 0.1	8.2	26.7	181	< 10	< 10	< 20	< 0.01	< 0.01	< 2	< 5	5	9
11/01/2013	66	43	< 0.05	< 2	5.8	< 0.1	2.6	5.7	17.5	< 10	< 10	< 20	0.01	< 0.01	< 2	< 5	< 2	6
11/01/2013	71	83	< 0.05	< 2	9.2	< 0.1	2.5	3.2	92.2	< 10	< 10	< 20	0.03	< 0.01	< 2	< 5	< 2	< 5
11/01/2013	47b	84.2	< 0.05	< 2	15	< 0.1	5.7	10.7	118	< 10	< 10	< 20	0.11	0.44	< 2	< 5	< 2	< 5
11/01/2013	48c	56.5	< 0.05	< 2	12.5	< 0.1	4.9	39.6	89.9	< 10	< 10	< 20	0.16	0.06	< 2	< 5	< 2	28

Analyte Symbol		As	Se	Sr	Y	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Te	Ba	Ce	W	Tl	Pb	Bi	U
Unit Symbol		µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	mg/L
Detection Limit		30	20	10	10	5	5	2	10	10	10	20	30	10	10	10	20	0.05
Data análise	Amostra	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	CP-OES	ICP-OES	CP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES
11/01/2013	62	< 30	< 20	220	< 10	< 5	< 5	< 2	< 10	< 10	< 10	30	< 30	< 10	< 10	< 10	< 20	< 0.05
11/01/2013	63	< 30	< 20	310	< 10	< 5	< 5	< 2	< 10	< 10	< 10	40	< 30	< 10	< 10	< 10	< 20	< 0.05
11/01/2013	33b	< 30	< 20	410	< 10	< 5	< 5	< 2	< 10	< 10	< 10	80	< 30	< 10	< 10	< 10	< 20	< 0.05
11/01/2013	66	< 30	< 20	100	< 10	< 5	< 5	< 2	< 10	< 10	< 10	70	< 30	< 10	< 10	< 10	< 20	< 0.05
11/01/2013	71	< 30	< 20	160	< 10	< 5	< 5	< 2	< 10	< 10	< 10	30	< 30	< 10	< 10	< 10	< 20	< 0.05
11/01/2013	47b	< 30	< 20	400	< 10	< 5	< 5	< 2	< 10	< 10	< 10	30	< 30	< 10	< 10	< 10	< 20	< 0.05
11/01/2013	48c	< 30	< 20	170	< 10	< 5	< 5	< 2	< 10	< 10	< 10	60	< 30	< 10	< 10	< 10	< 20	< 0.05

Analyte Symbol		P	S
Unit Symbol		mg/L	mg/L
Detection Limit		0.02	1
Data análise	Amostra	ICP-OES	ICP-OES
11/01/2013	62	0.22	12
11/01/2013	63	0.11	11
11/01/2013	33b	0.9	48
11/01/2013	66	< 0.02	15
11/01/2013	71	0.09	5
11/01/2013	47b	0.52	18
11/01/2013	48c	0.73	11

Determinação do tipo de temperatura da água analisada

Localização geográfica	Data da visita	Hora da colheita	Amostra	Tipo captação	Temperatura							Classificação da temperatura das águas termais, segundo Scholler	Classificação da temperatura das águas, segundo Bogomolov e Silin-Betchurin (1966; <i>in</i> : Custódio & Llamas, 1983)	
					t	t _m	Estação Meteorológica			t _m	Média			t _m +4°C
							Alfaiçeira	Cela	Maiorga					
Alcobaça	30/05/2011	19:05	26	furo	18,00			22,84	16,62	19,73	23,7	hipotermal ou fria	moderadamente fria	
	25/07/2012	19:15	26b	furo	19,10			20,57	20,06	20,31	24,3	hipotermal ou fria	morna	
	30/05/2011	19:30	27	nascente	17,30			22,55	16,47	19,51	23,5	hipotermal ou fria	moderadamente fria	
	24/02/2012	17:40	65	nascente	16,60			17,82	16,46	17,14	21,1	hipotermal ou fria	moderadamente fria	
	25/07/2011	09:25	37	nascente	22,10		20,299				24,3	ortotermal ou normal	morna	
Bárrio	02/03/2012	12:10	37b	nascente	20,70		14,54				18,5	hipertermal ou normal	morna	
	07/10/2012	08:50	37c	nascente	19,10		16,702				20,7	ortotermal ou normal	morna	
	25/07/2011	14:15	41	poço	21,90		25,133				29,1	hipotermal ou fria	morna	
	25/07/2011	14:45	42	poço	22,70		25,138				29,1	hipotermal ou fria	morna	
	26/07/2012	17:05	42b	poço	22,30		19,845				23,8	ortotermal ou normal	morna	
	25/07/2011	15:10	43	poço	18,00		25,005				29,0	hipotermal ou fria	moderadamente fria	
	26/07/2012	16:40	43b	poço	18,20		20,187				24,2	hipotermal ou fria	moderadamente fria	
	24/02/2012	14:50	61	furo	17,20		17,615				21,6	hipotermal ou fria	moderadamente fria	
	07/10/2012	09:45	76	nascente	18,60		22,155				26,2	hipotermal ou fria	morna	
	25/07/2011	17:25	46	poço	23,20	18,24					22,2	hipertermal ou normal	morna	
Famalicão	26/07/2012	15:05	73	nascente	19,50	19,76					23,8	hipotermal ou fria	morna	
	26/07/2012	15:45	74	poço	19,10	19,87					23,9	hipotermal ou fria	morna	
Ferraria	30/03/2011	17:25	21	nascente	17,00					16,03	20,0	ortotermal ou normal	moderadamente fria	
	02/03/2012	15:10	21b	nascente	17,00					11,36	15,4	hipertermal ou normal	moderadamente fria	
	25/07/2012	10:50	21c	nascente	18,20					24,40	28,4	hipotermal ou fria	moderadamente fria	
	30/03/2011	18:20	22	poço	15,70					15,14	19,1	ortotermal ou normal	moderadamente fria	
	25/07/2012	16:15	67	poço	19,60			24,47			28,5	hipotermal ou fria	morna	
Fervença	25/07/2012	17:10	68	poço	18,80			23,44			27,4	hipotermal ou fria	morna	
	30/05/2011	17:05	23	poço	19,00			23,75			27,8	hipotermal ou fria	morna	
	30/05/2011	18:00	24	poço	19,10			20,56			24,6	hipotermal ou fria	morna	
	25/07/2012	15:50	24b	poço	19,00			24,70			28,7	hipotermal ou fria	morna	
	30/05/2011	18:20	25	rio Alcobaça	19,50			21,34			25,3	hipotermal ou fria	morna	
	25/07/2012	14:50	25b	rio Alcobaça	21,60			24,78			28,8	hipotermal ou fria	morna	
	31/05/2011	12:40	32	poço	20,50			17,02			21,0	ortotermal ou normal	morna	
	25/07/2012	15:25	32b	poço	22,20			24,62			28,6	hipotermal ou fria	morna	
	24/02/2012	10:55	58	furo	17,50			12,07			16,1	hipertermal ou normal	moderadamente quente	
	24/02/2012	13:35	59	nascente	25,20			21,05			25,0	hipertermal ou normal	moderadamente quente	
24/02/2012	14:00	60	furo	26,90			20,68			24,7	hipertermal ou normal	moderadamente quente		
24/02/2012	16:40	64	nascente	25,30			19,57			23,6	hipertermal ou normal	moderadamente quente		
25/07/2012	15:00	64b	nascente	26,30			24,54			28,5	ortotermal ou normal	moderadamente quente		
25/07/2012	18:30	70	poço	21,80			21,63			25,6	ortotermal ou normal	morna		
01/07/2012	18:40	71	vala	21,20			21,41			25,4	hipotermal ou fria	morna		
01/07/2013	13:50	90	rio de Alcobaça	18,50			avariado				não há dados	morna		

Localização geográfica	Data da visita	Hora da colheita	Amostra	Tipo captação	Temperatura							Classificação da temperatura das águas termais, segundo Scholler	Classificação da temperatura das águas, segundo Bogomolov e Silin-Betchurin (1966; <i>in</i> : Custódio & Llamas, 1983)				
					t	t _m	t _m	Estação Meteorológica		t _m	Média			t _m +4°C			
								Temperatura (°C)	Alfeizeirão						Cela	Maiorga	Montes
	30/03/2011	11:15	11	furo	18,20			13,23			17,23	hpertermal ou termal	morna				
Maiorga	30/03/2011	11:30	12	poço	16,00			13,16			17,16	ortotermal ou normal	moderadamente fria				
	02/03/2012	12:55	12b	poço	13,00			16,48			20,48	hipotermal ou fria	moderadamente fria				
	25/07/2012	17:50	69	furo	19,00			22,52			26,52	hipotermal ou fria	morna				
	25/03/2011	18:40	10	poço	15,90			19,51			23,51	hipotermal ou fria	moderadamente fria				
	02/03/2012	13:40	10b	poço	15,70			16,31			20,31	hipotermal ou fria	moderadamente fria				
	10/11/2011	12:20	57	chuva	18,30			20,45			24,45	hipotermal ou fria	morna				
	01/02/2013	11:00	89	rio S. Vicente	18,70			avariado				não há dados	morna				
Montes	30/03/2011	16:10	19	nascente	19,20					16,33	20,33	ortotermal ou normal	morna				
	25/07/2012	11:20	19b	nascente	20,80					25,53	29,53	hipotermal ou fria	morna				
	30/03/2011	16:50	20	furo	15,90					15,99	19,99	hipotermal ou fria	moderadamente fria				
	30/03/2011	15:10	17	nascente	18,40					16,74	20,74	ortotermal ou normal	moderadamente fria				
	30/03/2011	14:40	16	poço	16,30					16,91	20,91	hipotermal ou fria	moderadamente fria				
	25/07/2012	11:50	16b	poço	18,80					25,53	29,53	hipotermal ou fria	morna				
	30/03/2011	15:40	18	poço	18,70					16,54	20,54	ortotermal ou normal	morna				
Nasce Água	02/03/2012	14:05	18b	poço	18,00					14,24	18,24	ortotermal ou normal	moderadamente fria				
	10/11/2011	11:15	56	chuva	18,20					18,22	22,22	hipotermal ou fria	moderadamente fria				
	28/11/2012	15:15	82	furo	16,40			13,69	avariado		17,69	hipotermal ou fria	moderadamente fria				
	28/11/2012	16:50	84	poço	14,20			12,07	avariado		16,07	ortotermal ou normal	moderadamente fria				
	25/03/2011	11:45	1	furo	18,50					17,59	21,59	ortotermal ou normal	morna				
	02/03/2012	12:15	1b	furo	17,00					14,24	18,24	ortotermal ou normal	moderadamente fria				
	25/03/2011	12:10	2	nascente	17,70					17,77	21,77	hipotermal ou fria	moderadamente fria				
Nazaré	25/03/2011	12:20	3	furo	17,30					17,78	21,78	hipotermal ou fria	moderadamente fria				
	25/03/2011	12:38	4	furo	17,40					17,81	21,81	hipotermal ou fria	moderadamente fria				
	25/03/2011	12:41	5	furo	16,70					17,82	21,82	hipotermal ou fria	moderadamente fria				
	25/03/2011	12:45	6	furo	17,20					17,83	21,83	hipotermal ou fria	moderadamente fria				
	25/03/2011	15:30	7	furo	16,30					16,81	20,81	hipotermal ou fria	moderadamente fria				
	28/11/2012	16:00	83	poço	15,00			13,20	avariado		17,20	ortotermal ou normal	moderadamente fria				
	31/05/2011	14:20	33	poço	20,10	19,75					23,8	ortotermal ou normal	morna				
Nazaré	02/03/2012	16:50	33b	poço	13,80	14,82					18,8	hipotermal ou fria	moderadamente fria				
	26/07/2012	10:00	33c	poço	18,50	19,34					23,3	hipotermal ou fria	morna				
	31/05/2011	15:25	34	poço	18,80	19,87					23,9	hipotermal ou fria	morna				
	02/03/2012	17:15	34b	poço	15,40	14,51					18,5	ortotermal ou normal	moderadamente fria				
	20/09/2011	11:30	47	poço	18,30	20,89					24,9	hipotermal ou fria	morna				
	26/07/2012	10:30	47b	poço	19,20	19,87					23,9	hipotermal ou fria	morna				
	26/07/2012	18:20	75	furo	19,20	19,71					23,7	hipotermal ou fria	morna				

Localização geográfica	Data da visita	Hora da colheita	Amostra	Tipo captação	Temperatura							Classificação da temperatura das águas termais, segundo Scholler	Classificação da temperatura das águas, segundo Bogomolov e Silin-Betchurin (1966; <i>in</i> : Custódio & Llamas, 1983)			
					t	t _m	t _m	Estação Meteorológica		t _m	Média			t _m +4°C		
								Alfeizeirão	Cela						Maiorga	Montes
Paul da Cela	24/02/2012	15:40	63	vala	9,60	17,60	16,46				17,03	21,03	hipotermal ou fria	fria		
	27/11/2012	14:45	79	poço	17,10	não há dados	12,07				12,07	16,07	hipertermal ou normal	moderadamente fria		
	27/11/2012	16:00	80	lagoa	13,90	não há dados	10,94				10,94	14,94	ortotermal ou normal	moderadamente fria		
	24/02/2012	15:15	62	canal de rega	14,90	17,65	16,68				17,17	21,17	hipotermal ou fria	moderadamente fria		
Quinta de São Gião	25/07/2011	16:10	44	poço	19,00	19,09						23,09	hipotermal ou fria	morna		
	26/07/2012	13:00	44b	poço	18,10	22,55						26,55	hipotermal ou fria	moderadamente fria		
	25/07/2011	16:45	45	furo	17,30	18,54						22,54	hipotermal ou fria	moderadamente fria		
	26/07/2012	12:40	45b	furo	17,70	22,51						26,51	hipotermal ou fria	moderadamente fria		
	20/09/2011	12:45	48	poço	20,10	22,53						26,53	hipotermal ou fria	morna		
	02/03/2012	17:35	48b	poço	11,90	14,09						18,09	hipotermal ou fria	moderadamente fria		
	26/07/2012	12:00	48c	poço	20,80	22,43						26,43	hipotermal ou fria	morna		
	26/07/2012	11:30	72	poço	20,50	21,41						25,41	hipotermal ou fria	morna		
	29/11/2012	10:00	85	furo	15,40	não há dados							não há dados	moderadamente fria		
	25/03/2011	16:00	8	poço	15,90				18,94			22,94	hipotermal ou fria	moderadamente fria		
Valado dos Frades	02/03/2012	11:20	8b	poço	15,50				13,80			17,80	ortotermal ou normal	moderadamente fria		
	25/03/2011	14:40	9	poço	15,90				16,78			20,78	hipotermal ou fria	moderadamente fria		
	29/11/2012	11:25	86	nascente	17,00				11,91			15,91	hipertermal ou normal	moderadamente fria		
	31/05/2011	16:30	35	nascente	22,10				20,46			24,46	ortotermal ou normal	morna		
	26/07/2012	17:50	35b	nascente	20,50				20,90			24,90	hipotermal ou fria	morna		
	31/05/2011	17:00	36	vala	22,70				21,41			25,41	ortotermal ou normal	morna		
	02/03/2012	10:50	36b	vala	14,40				11,82			15,82	ortotermal ou normal	moderadamente fria		
	25/07/2011	10:05	38	rio Areia	19,00				22,91			26,91	hipotermal ou fria	morna		
	02/03/2012	11:40	38b	rio Areia	13,80				14,94			18,94	hipotermal ou fria	moderadamente fria		
	01/02/2013	14:55	38c	rio Areia	18,60			não há dados					não há dados	morna		
	25/07/2011	10:30	39	rio Águas Belas	20,10				24,28			28,28	hipotermal ou fria	morna		
	01/02/2013	14:30	39b	rio Águas Belas	18,50			não há dados					não há dados	morna		
	28/11/2012	11:50	81	furo	14,30				10,87			14,87	ortotermal ou normal	moderadamente fria		
	01/02/2013	15:10	91	rio do Meio	18,30			não há dados					não há dados	moderadamente fria		
Vestiária	01/02/2013	15:35	92	rio Alcobaça	18,70			não há dados					não há dados	morna		
	31/05/2011	09:15	28	poço	19,90		16,35					20,35	ortotermal ou normal	morna		
	31/05/2011	10:15	29	poço	16,40		16,89					20,89	hipotermal ou fria	moderadamente fria		
	31/05/2011	11:20	30	furo	17,10		18,16					22,16	hipotermal ou fria	moderadamente fria		
	31/05/2011	12:05	31	furo	18,70		18,80					22,80	hipotermal ou fria	morna		

Concentração em ião nitrato (NO_3^-) das análises fornecidas pela Associação dos Agricultores de Alcobaça (AsA), pela Cooperfrutas - Cooperativa de Produtos de Fruta e Produtos Hortícolas de Alcobaça, CRL. (Coop), pela Frubaça - Cooperativa de Hortofruticultores CRL (Frub) e pela Narc Frutas - Cooperativa de Fruticultores e Horticultores da Região de Alcobaça CRL (Narc)

Localização geral	Ano	Ref ^a	Tipo de captação	Ião nitrato (NO_3^-) (mg/l)
Alcobaça	2011	Coop4	furo	12,0
	2010	Coop5	desconhecido	15,0
	2009	Coop1	furo	4,8
	2008	AsA46	furo	12,3
	2008	AsA52	charca	17,9
	2008	Frub9	água superficial	11,2
	2008	Coop2	furo	9,1
	2007	Coop3	furo	5,7
	2007	Frub36	água superficial	2,3
	2007	Frub37	água residual	2,3
	2007	Frub38	furo	2,2
	2007	AsA51	charca	58,7
	2006	AsA50	charca	8,4
	2006	AsA59	furo	1,5
	2005	Frub17	furo	9,6
	2005	Frub18	furo	3,7
	2005	Frub23	água superficial	6,3
	2005	Frub34	água superficial	3,5
	2005	Frub35	água superficial	6,1
	2004	Frub40	furo	1,3
	2004	Frub41	água superficial	32,5
	2004	Frub45	furo	4,4
	2004	Frub47	água subterrânea	45,9
	2004	Frub51	água superficial	1,6
	2004	Frub52	água superficial	9,3
Alfeizeirão	2011	AsA24	charca	18,9
	2008	Narc5	poço	47,9
	2008	Narc9	furo	30,0
	2008	Narc12	furo	21,0
	2008	Narc13	furo	1,0
	2008	Coop12	rio	21,3
	2007	AsA23	charca	31,8
	2006	AsA20	charca	0,4
	2006	AsA22	charca	1,6
	2005	AsA21	charca	5,2
Aljubarrota	2009	Coop18	desconhecido	< 10,0
	2008	Coop8	desconhecido	20,6
Bárrio	2011	AsA63	furo	36,4
	2009	Coop10	furo	30,0
	2009	Coop11	desconhecido	29,4
	2009	Coop14	desconhecido	9,7
	2008	Frub3	furo	9,3
	2008	Frub5	furo	10,1
	2008	Frub6	furo	5,5
	2008	Frub11	furo	3,0
	2008	AsA48	charca	54,8
	2007	Coop25	furo	35,8
	2006	AsA26	furo	3,8
	2006	AsA28	furo	16,8
Campo	2008	Narc10	furo	1,3

Localização geral	Ano	Ref ^a	Tipo de captação	Ião nitrato (NO ₃) (mg/l)
Cela	2008	AsA17	furo	5,5
	2008	AsA18	poço	28,6
	2008	AsA55	furo	42,5
	2008	Narc1	furo	< 1,0
	2008	Narc3	furo	57,5
	2008	Narc7	rio	4,2
	2006	AsA57	furo	1,5
	2005	AsA27	furo	2,2
	2004	Frub50	furo	1,5
Cós	2009	Coop23	poço	16,9
	2008	AsA3	furo	16,4
	2008	Frub13	furo	67,4
	2005	Frub29	água superficial	2,3
Costa do Ardido	2009	Frub1	vala	2,2
	2009	Coop13	poço	< 10,0
	2008	Frub7	furo	36,7
Évora de Alcobaça	2011	Coop22	furo	< 10,0
	2009	Coop17	desconhecido	< 10,0
	2007	AsA25	furo	57,6
	2006	AsA29	furo	2,1
	2005	AsA30	furo	2,1
	2005	Frub20	furo	10,7
	2005	Frub21	furo	3,7
	2005	Frub26	furo	26,9
Fervença	2008	AsA62	furo	< 2,0
Juncal	desconhecido	AsA10	desconhecido	159,0
	2009	AsA11	furo	56,5
	2008	AsA4	furo	15,0
	2008	AsA5	furo	800,0
	2008	AsA38	furo	40,2
	2007	AsA13	furo	93,5
	2006	AsA40	furo	64,0
	2005	AsA43	furo	49,3
	2004	AsA12	furo	23,4
	2004	AsA14	furo	74,1
Macalhona	2009	AsA16	furo	21,8
	2008	Narc8	furo	<1,0
	2008	Narc11	furo	25,8
Maceira (Porto Carro)	2005	Frub19	furo	4,8
Maiorga	2008	AsA54	vala	10,4
Mendalvo	2008	AsA36	furo	41,1
	2008	Frub8	furo	1,0
	2008	Narc6	furo	< 1,0
	2008	AsA33	furo	< 2,0
	2008	AsA34	furo	< 2,0
	2007	AsA35	furo	36,4
	2005	AsA32	furo	1,9
Monte dos Ramos	2011	AsA53	charca	47,3
	2011	AsA64	furo	69,0
	2009	Coop15	desconhecido	< 10,0
	2009	Coop16	furo	< 10,0
	2009	Coop20	desconhecido	< 10,0
	2008	AsA7	poço	74,5
	2008	AsA8	furo	< 2,0
	2008	AsA44	furo	< 2,0

Localização geral	Ano	Ref ^a	Tipo de captação	Ião nitrato (NO ₃) (mg/l)
Monte dos Ramos	2008	Frub4	furo	1,0
	2008	Narc4	furo	< 1,0
	2008	Narc14	furo	1,7
	2007	AsA58	furo	32,3
	2007	Frub39	furo	2,5
	2005	AsA49	água superficial	5,1
	2005	Frub22	furo	2,4
	2005	Frub28	furo	2,2
	2005	Frub31	furo	12,0
	2005	Frub32	água superficial	2,0
	2004	Frub43	água subterrânea	1,5
Montes	2011	AsA41	desconhecido	1,3
	2009	Coop9	desconhecido	13,8
	2009	Coop24	furo	< 10,0
	2009	AsA6	furo	15,2
	2008	frub2	furo	8,1
	2008	Frub12	furo	13,9
	2008	Frub14	poço	23,2
	2008	Frub16	furo	16,0
	2007	AsA31	charca	40,7
	2005	Frub24	furo	14,3
	2005	Frub25	furo	2,6
	2005	Frub27	furo	9,7
	2005	AsA42	furo	2,2
	2004	Frub44	furo	9,2
	2004	Frub46	poço	20,4
	2004	Frub53	furo	16,2
Montes (Picadilho)	2008	AsA2	furo	5,3
Murteira (Boa Vista)	2009	AsA19	furo	< 2,0
	2009	Coop21	desconhecido	< 10,0
	2008	AsA9	furo	6,8
	2008	AsA15	furo	< 2,0
	2008	AsA45	poço	5,1
	2008	AsA60	furo	7,3
	2008	Narc15	furo	< 1,0
	2005	AsA56	furo	1,6
Nazaré (Carrasqueira)	2004	Frub48	água subterrânea	2,0
Outeiro	2005	Frub33	furo	6,1
Pedralhos	2009	AsA39	furo	< 2,0
	2008	AsA47	furo	< 2,0
	2008	AsA61	furo	< 2,0
	2008	Frub15	furo	1,0
	2005	Frub30	água superficial	2,2
Porto Carro	2008	AsA1	furo	2,3
V Frades	2008	AsA37	furo	6,1
	2008	Narc2	rio	12,7
	2004	Frub42	poço	16,1
	2004	Frub49	sulcos	8,2
Vestiária	2009	Coop19	desconhecido	< 10,0

Carta do Senhor Director Geral do Ambiente da Comissão Europeia, Astrid Schomaker

Ref. Ares(2013)107074 - 29/01/2013

EUROPEAN COMMISSION
DIRECTORATE-GENERAL
ENVIRONMENT

Brussels,

Dear Ms Carla Caroça,

Thank you for your e-mail message dated 19/12/2012 in which you asking for information concerning the maximum allowed parametric values in drinking water for a serie of parameters.

The piece of legislation concerning the quality of water intended for human consumption at EU level is the Drinking Water Directive (98/83/EC)¹. Its objective is to protect human health from the adverse effects of any contamination of water intended for human consumption by ensuring that it is wholesome and clean.

In accordance with recital (6) of the Directive, '... it is necessary to lay down at Community level the essential quality standards with which water intended for that purpose must comply;' and recital (12) '...it is necessary to set individual parametric values for substances which are important throughout the Community at a level strict enough to ensure that this Directive's purpose can be achieved;'

This means that only those parameters considered essential at the level of the Union to ensure a continued high level of health protection are included in the Directive. The Directive also stipulates that it may be necessary for Member States to set values for further parameters where local conditions so require, and as they see fit, in order to protect human health.

Concretely, while establishing a set of minimum parameters and corresponding parametric values in Annex I which can always be more, but never less stringent than the value provided by the Directive, but can never be less stringent (Article 5, paragraph 1 and 2), the Directive also establishes the obligation of the Member States to '...set values for additional parameters, not included in Annex I where the protection of human health within its national territory of part of it so requires.' In relation to this, Member States have also the obligation, in accordance with Article 5 (3), to satisfy the requirements of

¹ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1998:330:0032:0054:EN:PDF>

Article 4(1) (a) – '... water intended for human consumption shall be wholes and clean, if:

(a) is free from any micro-organisms and parasites and from any substances which, in numbers or concentrations, constitute a potential danger to human health, ...'.

It follows that the parametric values for the parameters listed by you could be included, if considered relevant, within the Member States national drinking water legislation.

I hope you will find this information useful.

Yours sincerely,

Astrid Schomaker

Email do Senhor Professor Doutor Alessio Fileccia

Responder ▼ Encaminhar ▼ Spam Apagar

saline intrusion

Data: Sex, 18 Jan 2013 (10:41:06 WET)

De: Alessio Fileccia

Para:

dear Caroça,

variables are increasing I see.

1) is the water composition natural, or has it changed due to wastes ?

(you wrote that bag of chemicals are in the wells)

2) I think I have to go back to my previous answers:

- from the data you sent the two boreholes register the tide variations
- to know if there is also saline intrusion you should install conductivity loggers or take different samples at different times and analyze them
- there are many brands of transducers being able to record water level, temperature and conductivity simultaneously

- the loggers can only measure the up and down of the water table due mainly to the tide, this does not mean the salt water is also moving from one point to the other, to be sure you need to measure the sodium chloride content (or in many cases the conductivity)

I summarize a short list of steps for a better delineation of the saline intrusion:

- make a 3D sketch of the geology/stratigraphy
- make a detailed water point inventory
- prepare at least 2 piezometric maps of the water table aquifer, on high and low regimes (be sure about the depth screens, or use only shallow wells)
- barometric efficiency, tidal efficiency can give useful insights
- spreading of certain type of vegetation is also important
- examine also hydrological data (channel discharge, precipitation)
- analyze transducers data to highlight the influence of the pit near E57 (perform also a K test), check the 10 min readings to see if they registered something when the owner was using it for watering the field)
- in some cases there are wells pumping nearby, they can disturb the normal hydrodynamic regime and move the interface up (be sure this is not the case)
- other times the nearby stream is at its maximum, delivering fresh water to the water table aquifer
- for a thorough study one of the best method is to use the electrical tomography (ERT) mapping resistivity but also buried channels (paleochannels). The last constitute a way for the salt water...
- in the conductivity recordings better is to choose wells aligned roughly at 90° with the coast and at different locations

.....

(don't lose heart, geology is a stepwise process)

If you have any other question please feel free to ask

regards

Alessio Fileccia

